



**António Manuel  
Cerqueira Alves**

**Plataforma de Apoio à Gestão de Laboratórios de  
Investigação**



**António Manuel  
Cerqueira Alves**

## **Plataforma de Apoio à Gestão de Laboratórios de Investigação**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Electrónica e Telecomunicações, realizada sob a orientação científica do Prof. Doutor A. Manuel de Oliveira Duarte, Professor Catedrático do Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática da Universidade de Aveiro.

Dedico esta dissertação aos meus filhos, António Ricardo e André Eduardo, que sempre estiveram e estarão ao meu lado, tanto nos bons como nos maus momentos, nunca desistindo de acreditar em mim.

## **o júri**

presidente

Prof. Doutor Joaquim Arnaldo Carvalho Martins  
Professor Catedrático da Universidade de Aveiro

vogais

Prof. Doutor A. Manuel de Oliveira Duarte  
Professor Catedrático da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Henrique Manuel Dinis dos Santos  
Professor Associado da Universidade de Minho

Prof. Doutor José Paulo Oliveira Santos  
Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

Apresento os meus agradecimentos ao Prof. Doutor. A. Manuel de Oliveira Duarte, por ter sido tão dedicado, acessível e compreensivo orientador. Não poderia deixar de salientar que sem a sua amável ajuda nunca teria atingido e concluído esta dissertação.

Agradeço ao Prof. Doutor José Paulo Oliveira Santos pelo seu apoio e empenho como co-orientador, assim como pelas suas constantes ajudas e sugestões que deram uma outra dimensão a esta dissertação.

Agradeço ao Eng. Pedro Beça, que sempre prontificou-se amavelmente para sugerir, ajudar e ensinar qualquer que fosse o pedido e o motivo.

Agradeço a todos os colaboradores, investigadores, bolseiros e responsáveis do Grupo Sistemas de Banda Larga, que sempre se mostraram disponíveis para qualquer solicitação.

Agradeço a todos os meus colegas de estudo pelas ajudas, sugestões e explicações tão amavelmente prestadas e aos meus amigos pela sua tolerância e simpatia.

Finalmente, agradeço à minha família, que como ninguém, suportaram pacientemente todos os desafios e dificuldades que enfrentei.

## palavras-chave

Laboratório, Gestão, Sistema, Ferramenta, Plataforma, Gestão de Laboratórios, Sistema de Gestão de Laboratórios.

## resumo

Os laboratórios de investigação têm uma importância cada vez maior nas empresas e meios académicos. A gestão eficiente dos recursos disponíveis, o controlo de custos e a rentabilização dos investimentos realizados têm uma importância primordial na gestão de um laboratório. Equipamentos, componentes, espaços, *software*, etc., são alguns dos recursos que requerem atenção para uma boa administração.

O tema central desta dissertação é a conceptualização, o desenvolvimento e a implementação de uma plataforma electrónica para a gestão de recursos laboratoriais, tomando como referência o ambiente específico de um grupo de investigação universitário. Os objectivos a atingir é a gestão e o controlo dos recursos laboratoriais tendo em vista uma maior rentabilização dos investimentos realizados, uma diminuição dos custos operacionais e a satisfação dos utilizadores.

Partindo de uma caracterização geral da actividade típica de um laboratório de investigação, procedeu-se à especificação dos requisitos a que deveria obedecer uma plataforma de gestão laboratorial. A implementação de um protótipo e o teste com um grupo de utilizadores piloto é também parte deste trabalho.

**keywords**

Laboratory, Management, System, Tool, Platform, Management Laboratories, Management System Laboratories.

**abstract**

The research laboratories have become increasingly important in business and academia. Efficient management of available resources, control of costs and return on investments has a paramount importance in managing a laboratory. Equipment, components, space, software and so on, are some of the features that require attention for a good administration.

The central theme of this dissertation is the design, development and implementation of an electronic platform for the management of laboratory resources, by reference to the specific environment of a research group of a university. The objectives were to achieve the management and control of laboratory resources with a view to increasing profitability of the investments, a reduction in operating costs and the satisfaction of users.

Starting with a general characterization of the activity typical of a research laboratory, the work progress towards the specification of the requirements that a platform for laboratory should comply with. The implementation of a prototype and its tests with a pilot group of users is also part of this work.





---

# Índice

1. Introdução .....	11
1.1. Motivação .....	11
1.2. Objectivos .....	12
1.3. Enquadramento da Plataforma.....	12
1.4. Metodologia Utilizada .....	13
1.5. Estrutura da Dissertação .....	16
2. Sistemas de Gestão em Laboratórios de Investigação .....	19
2.1. Laboratórios de Investigação .....	19
2.1.1. Necessidades Específicas dos Laboratórios de Investigação.....	20
2.2. Laboratórios nas Instituições de Ensino Superior .....	23
2.2.1. Necessidades Específicas dos Laboratórios Académicos.....	24
2.3. Gestão e Logística em Ambientes Laboratoriais .....	25
2.3.1. Conceitos Básicos de Gestão num Ambiente Laboratorial .....	25
2.3.2. Conceitos Básicos de Logística num Ambiente Laboratorial .....	26
2.4. Tecnologias de Informação na Gestão Laboratorial .....	31
2.4.1. Sistemas de Informação .....	31
2.4.2. Considerações Específicas para Laboratórios .....	32
2.5. Prospeção e Análise do Mercado .....	34
3. Conceptualização e Desenho do Sistema.....	39
3.1. Visão Geral .....	39
3.2. Estruturação Interna do Sistema .....	42
3.3. Requisitos Gerais do Sistema .....	44
3.3.1. Requisitos Funcionais.....	45
3.3.2. Requisitos de Interligação e Compatibilidade .....	51
3.3.3. Requisitos de Usabilidade.....	52
3.3.4. Requisitos de Integridade, Privacidade e Segurança .....	53

3.3.5. Requisitos de <i>Software</i> e <i>Hardware</i> .....	54
3.3.6. Aprovação e Dinâmica dos Requisitos .....	56
3.4. Perfil dos Utilizadores do Sistema.....	56
3.5. Modelação do Sistema em <i>UML</i> .....	58
3.5.1. Descrição dos Actores .....	59
3.5.2. Modelo dos Casos de Utilização.....	61
3.5.2.1. Diagrama de Pacotes .....	62
3.5.2.2. Diagrama de Casos de Utilização.....	64
3.5.2.2.1. Acesso Geral ao Sistema .....	65
3.5.2.2.2. Pacote Administração .....	66
3.5.2.2.3. Pacote Gestão de Salas .....	67
3.5.2.2.4. Pacote Gestão de Equipamentos.....	68
3.5.2.2.5. Pacote Gestão de <i>Software</i> .....	69
3.5.2.2.6. Pacote Gestão de Componentes/Consumíveis.....	70
3.5.2.3. Descrição Textual e Diagramas de Actividade.....	71
4. Desenvolvimento e Implementação do Sistema .....	75
4.1. Planeamento Tecnológico e Architectural.....	75
4.1.1. Architectura Funcional do Sistema .....	79
4.1.2. Designação do sistema de SIGLa .....	80
4.2. Desenvolvimento da Bases de Dados .....	80
4.2.1. Autenticação dos Actores no Sistema de Gestão.....	83
4.2.2. Subsistema Gestão de Salas.....	85
4.2.3. Subsistema Gestão de Equipamentos .....	86
4.2.4. Subsistema Gestão de <i>Software</i> .....	87
4.2.5. Subsistema Gestão de Componentes/Consumíveis .....	88
4.3. Desenvolvimento da Aplicação <i>Web</i> .....	89
4.3.1. Organização Estrutural .....	89
4.3.2. Técnicas e Metodologias de Desenho <i>Web</i> .....	93

4.3.2.1. Cuidados Específicos para Pessoas com Necessidades Especiais .....	100
4.4. Implementação do Sistema .....	102
5. Teste do Sistema .....	105
5.1. Verificação e Validação dos Requisitos .....	106
5.2. Avaliação da Usabilidade .....	118
5.3. Consequências da Integração no Sistema Matriz .....	119
5.4. Melhoramentos e Actualizações .....	120
6. Considerações Finais .....	123
6.1. Expansões Futuras .....	124
6.2. Conclusões .....	126
Bibliografia .....	129
Marcas Comerciais .....	133
Anexos .....	135
A.1. Descrição Textual e Diagramas de Actividade .....	135
A.2. Diagrama de Relações da Base de Dados .....	145
A.3. Diagrama de Relações entre as Páginas da Aplicação <i>Web</i> .....	150



## Índice de Figuras

Figura 1.1 - Relação entre etapas da metodologia <i>Rapid Application Development</i> . ....	14
Figura 2.1 - Espaços e equipamento específico dos laboratórios de física.....	20
Figura 2.2 - Espaço e equipamentos de um laboratório de química e biologia. ....	21
Figura 2.3 - Equipamento específico de um laboratório de electrónica. ....	21
Figura 2.4 - Equipamento e espaço de utilização em laboratórios de informática. ....	21
Figura 2.5 - Laboratórios de química, de biologia e de física. ....	22
Figura 2.6 - Menlo Park laboratory laboratório de Thomas Alva Edison em New Jersey..	23
Figura 2.7 - Michael Faraday na The Royal Institution (pintura de Harriet Moore).....	24
Figura 2.8 - Laboratórios de informática, química e física. ....	25
Figura 2.9 - Relação custos/investimentos e conceitos/tecnologias na rentabilidade. ....	26
Figura 2.10 - Gestão dos recursos de um laboratório. ....	29
Figura 2.11 - Gestão das existências no armazém do laboratório. ....	30
Figura 2.12 - Arquitectura do sistema de informação. ....	32
Figura 3.1 - Estruturação interna do sistema. ....	43
Figura 3.2 - Influência da estrutura interna do sistema na arquitectura utilizada.....	43
Figura 3.3 - Diagrama de Pacotes do Sistema de Gestão e do Sistema Matriz. ....	63
Figura 3.4 - Diagrama de Pacotes com todas as dependências. ....	63
Figura 3.5 - Diagrama dos Casos de Utilização para Acesso ao Sistema. ....	65
Figura 3.6 - Diagrama dos Casos de Utilização do pacote Administração. ....	66
Figura 3.7 - Diagrama dos Casos de Utilização do pacote Gestão de Salas.....	67
Figura 3.8 - Diagrama dos Casos de Utilização do pacote Gestão de Equipamentos. ....	68
Figura 3.9 - Diagrama dos Casos de Utilização do pacote Gestão de <i>Software</i> .....	69
Figura 3.10 - Diagrama do pacote Gestão de Componentes/Consumíveis. ....	70
Figura 3.11 - Diagrama de Actividade do caso de utilização referente à Autenticação.....	72
Figura 4.1 - Arquitectura dum sistema baseado na tecnologia <i>ASP</i> .....	76
Figura 4.2 - Arquitectura interna do Sistema de Gestão.....	79
Figura 4.3 - Estrutura da Autenticação. ....	83
Figura 4.4 - Estrutura do subsistema Gestão de Salas.....	85
Figura 4.5 - Estrutura do subsistema Gestão de Equipamentos. ....	86
Figura 4.6 - Estrutura do subsistema Gestão de <i>Software</i> . ....	87

Figura 4.7 - Estrutura do subsistema Gestão de Componentes/Consumíveis. ....	88
Figura 4.8 - Estrutura das relações entre as páginas <i>Web</i> da aplicação. ....	91
Figura 4.9 - Página <i>Web</i> inicial ( <i>home page</i> ) do SIGLa. ....	93
Figura 4.10 - Página <i>Web</i> de Subcategorias de Componentes. ....	94
Figura 4.11 - Página <i>Web</i> de acesso à Administração. ....	96
Figura 4.12 - Página <i>Web</i> de Descritores de <i>Software</i> . ....	98
Figura 4.13 - Página <i>Web</i> de Agendar Salas, com o perfil Participador. ....	98
Figura 4.14 - Página <i>Web</i> de Agendar Salas, com o perfil Administrador. ....	99
Figura 4.15 - Página <i>Web</i> de Categorias de Equipamentos. ....	101
Figura 4.16 - Arquitectura física do SIGLa. ....	103
Figura 6.1 - Relação entre os vários intervenientes e o SIGLa. ....	124
Figura A.1 - Diagrama de Actividade do caso de utilização da disponibilidade de salas. ....	136
Figura A.2 - Diagrama de Actividade do caso de utilização agendar salas. ....	138
Figura A.3 - Diagrama de Actividade do caso de utilização das categorias. ....	140
Figura A.4 - Diagrama de Actividade do caso de utilização dos descritores. ....	142
Figura A.5 - Diagrama de Actividade do caso de utilização das subcategorias. ....	144
Figura A.6 - Estrutura detalhada da Autenticação. ....	145
Figura A.7 - Estrutura detalhada do subsistema Gestão de Salas. ....	146
Figura A.8 - Estrutura detalhada do subsistema Gestão de Equipamentos. ....	147
Figura A.9 - Estrutura detalhada do subsistema Gestão de <i>Software</i> . ....	148
Figura A.10 - Estrutura detalhada do subsistema Gestão de Componentes. ....	149
Figura A.11 - Estrutura detalhada das relações entre as páginas <i>Web</i> da aplicação. ....	150
Figura A.12 - Estrutura mais detalhada das relações entre as páginas <i>Web</i> da aplicação. ....	151

## Índice de Tabelas

Tabela 3.1 - Requisitos funcionais da área Administração. ....	46
Tabela 3.2 - Requisitos funcionais da área Gestão de Salas.....	47
Tabela 3.3 - Requisitos funcionais da área Gestão de Equipamentos. ....	48
Tabela 3.4 - Requisitos funcionais da área Gestão de <i>Software</i> .....	49
Tabela 3.5 - Requisitos funcionais da área Gestão de Componentes/Consumíveis. ....	51
Tabela 3.6 - Requisitos de interligação e compatibilidade do Sistema de Gestão. ....	52
Tabela 3.7 - Requisitos de usabilidade do Sistema de Gestão. ....	53
Tabela 3.8 - Requisitos de integridade, privacidade e segurança do Sistema de Gestão. ...	54
Tabela 3.9 - Requisitos de <i>software</i> e <i>hardware</i> do Sistema de Gestão.....	55
Tabela 3.10 - Relação entre o perfil de utilizador e as permissões de utilização. ....	58
Tabela 3.11 - Relação entre o perfil de utilizador e as permissões de utilização. ....	61
Tabela 3.12 - Descrição Textual do caso de utilização referente à Autenticação. ....	72
Tabela 4.1 - Comparação entre Tecnologias e <i>Software</i> de Servidores <i>Web</i> . ....	78
Tabela 4.2 - Comparação entre <i>Software</i> de Sistemas de Gestão de Bases de Dados. ....	78
Tabela 5.1 - Verificação e validação de requisitos funcionais da área Administração. ....	108
Tabela 5.2 - Verificação e validação de requisitos funcionais da área Salas. ....	109
Tabela 5.3 - Verificação e validação de requisitos funcionais da área Equipamentos.....	111
Tabela 5.4 - Verificação e validação de requisitos funcionais da área <i>Software</i> .....	113
Tabela 5.5 - Verificação e validação de requisitos funcionais da área Componentes.....	115
Tabela 5.6 - Verificação e validação de requisitos de interligação e compatibilidade.....	116
Tabela 5.7 - Verificação e validação de requisitos de usabilidade.....	116
Tabela 5.8 - Verificação e validação de requisitos de integridade e segurança. ....	117
Tabela 5.9 - Verificação e validação de requisitos de <i>software</i> e <i>hardware</i> . ....	117
Tabela A.1 - Descrição Textual do caso de utilização da disponibilidade de salas. ....	135
Tabela A.2 - Descrição Textual do caso de utilização para agendar salas. ....	137
Tabela A.3 - Descrição Textual do caso de utilização das categorias. ....	139
Tabela A.4 - Descrição Textual do caso de utilização dos descritores.....	141
Tabela A.5 - Descrição Textual do caso de utilização das subcategorias. ....	143





## Glossário e Acrónimos

- *AIT - Advanced Intelligent Tape* - Cassetes especiais utilizadas nas cópias de segurança.
- *ASP - Active Server Pages* - Tecnologia para conteúdos dinâmicos de páginas *Web*.
- *BD - Base de Dados - Software* que armazena e relaciona dados entre si.
- *CD - Compact Disc* - Disco óptico de 12cm com informação sob o formato digital.
- *DDS - Digital Data Storage* - Cassetes especiais utilizadas nas cópias de segurança.
- *DOS - Disk Operating System.* - Sistema operativo de linha de comando para *PC*.
- *DVD - Digital Versatile Disc* - Disco óptico de 12cm com informação digital.
- *ERP - Enterprise Resource Planning* - *Software* de gestão para processos produtivos.
- *GB - Gigabyte* - Unidade de medida da informação digital equivalente a  $2^9$  B (*Bytes*).
- *GHz - Gigahertz* - Unidade de medida da frequência equivalente a  $10^6$  Hz (*Hertz*).
- *GSBL - Grupo Sistemas de Banda Larga* - Entidade ligada à Universidade de Aveiro.
- *HD - Hard Disk* - Suporte magnético para armazenar informação utilizada nos *PC*.
- *HTML - Hypertext Markup Language* - Linguagem para a descrição de páginas *Web*.
- *IIS - Internet Information Services* - Servidor *Web* que suporta a tecnologia *ASP*.
- *LIMS - Laboratory Information Management Systems* - *Software* de gestão laboratorial.
- *Matriz* - Plataforma de apoio à gestão de atividades, desenvolvida no *GSBL*.
- *Open Source* - Filosofia de desenvolvimento, partilha e utilização gratuita de *software*.
- *Open Space* - Espaço de trabalho comum e partilhado por várias pessoas ou entidades.
- *PC - Personal Computer* - Computador para utilização restrita ou pessoal.
- *PDA - Personal Digital Assistant* - Dispositivo de pequenas dimensões de uso pessoal.
- *RAID - Redundant Array of Independent Disks* - Tecnologia contra falhas em *HD*.
- *RFID - Radio-Frequency Identification* - Tecnologia de identificação a radiofrequência.
- *SGBD - Sistema de Gestão de Base de Dados* - Sistema para a gestão de bases de dados.
- *SIGLa - Sistema Integrado de Gestão Laboratorial* - Desenvolvido nesta dissertação.
- *Smartphones* - Telemóveis com características de dispositivos de gestão pessoal (*PDA*).
- *SO - Sistema Operativo* - *Software* base para controlo do *hardware* e outros *softwares*.
- *UC - Use Case* - Termo da linguagem *UML* que descreve as funcionalidades do sistema.
- *UML - Unified Modeling Language* - Linguagem para a especificação de sistemas.
- *UPS - Uninterrupted Power Supply* - Sistema de assistência na falha de energia da rede.
- *WWW - World Wide Web* - Sistema hipertexto que funciona sobre a *Internet*.
- *XHTML - eXtensible Hypertext Markup Language* - Linguagem que expande o *HTML*.



# 1. Introdução

Ao longo dos séculos a evolução da sociedade esteve sempre ligada a algum tipo de avanço tecnológico, de que a seguir se apresentam apenas alguns dos mais marcantes exemplos:

- A invenção da roda;
- A manipulação dos materiais (a pedra, o cobre, o ferro, etc.);
- O controlo e uso da electricidade;
- O processamento e uso da informação;
- Etc.

A tecnologia esteve assim na base da criação de oportunidades de evolução, permitindo a quem a ela teve acesso e a soube utilizar tirar grandes benefícios. Esse progresso tecnológico não seria possível sem as ideias desenvolvidas, as experiências realizadas e o conhecimento transmitido nos vários laboratórios espalhados pelo mundo fora.

É nos laboratórios de investigação e desenvolvimento que nascem muitas ideias, se investigam e aplicam novos conceitos e conhecimentos que levam ao aparecimento das novas tecnologias, produtos, sistemas e serviços. Isto é verdade tanto nos ambientes empresariais como nos académicos, onde a investigação aplicada é um factor fundamental de diferenciação e ganho de competitividade. Pequenos ou grandes os laboratórios são imprescindíveis, para garantir a inovação. Por todas estas razões, uma boa gestão e logística dos laboratórios de investigação é fundamental.

## 1.1. Motivação

A utilização de sistemas de informação como instrumento de apoio à gestão e à produção é uma prática enraizada nos ambientes empresariais desde há longas décadas. Tal não tem sido a prática na generalidade do Sistema Científico e Tecnológico (instituições de ensino superior, laboratórios do estado, etc.).

Durante muitos anos, a gestão dos equipamentos e existências nos laboratórios do Sistema Científico e Tecnológico dependeu fundamentalmente da dedicação do pessoal técnico. A memória e, ocasionalmente, algum tipo de registo manual eram as ferramentas em que assentavam o processo de gestão dos laboratórios. O aumento da complexidade e do custo dos equipamentos que integram actualmente os laboratórios e pressões crescentes do controlo orçamental a que as instituições estão compelidas impõe a necessidade de novas práticas de gestão.

## 1.2. Objectivos

Esta dissertação tem como principal objectivo a análise e o estudo das necessidades de gestão de um laboratório, a conceptualização, o desenvolvimento e a implementação de uma ferramenta simples, intuitiva e prática que proporcione uma optimizada e rentável gestão, controlo e utilização dos vários recursos disponíveis em um laboratório:

- Espaços;
- Equipamentos (teste e medida, *hardware*, etc.);
- *Software*;
- Materiais (componentes, consumíveis, etc.).

Embora a conceptualização e desenvolvimento adiante apresentados tenham tido como referência a realidade de um grupo de investigação de uma instituição de ensino superior, a solução a que se chegou foi desenvolvida com o objectivo de poder ser adaptada a instituições de maior escala.

## 1.3. Enquadramento da Plataforma

Como referido, o desenvolvimento desta plataforma foi efectuado no âmbito de um grupo de investigação de uma instituição de ensino superior. Ao longo das últimas duas décadas este grupo foi um espaço de fermentação de ideias onde a utilização dos sistemas

de informação como ferramenta de apoio às actividades de investigação e desenvolvimento marcou uma presença constante\*.

A gestão dos recursos de investigação deste grupo tornou clara ao longo dos anos a necessidade da introdução de práticas e ferramentas capazes de garantir o adequado controlo dos meios disponíveis e um acesso equilibrado por parte dos utilizadores.

## 1.4. Metodologia Utilizada

Para a realização desta dissertação decidiu-se utilizar a metodologia *Rapid Application Development (RAD)*, com as devidas adaptações à realidade académica que uma dissertação apresenta. Esta metodologia estabelece um conjunto de passos que proporciona uma organização eficiente das tarefas a realizar ao longo de um projecto. De seguida são apresentados os passos definidos por esta metodologia (1) (ver Figura 1.1):

1. **Estudo do Problema** - análise dos benefícios do sistema perante o investimento realizado de forma a determinar a exequibilidade deste;
2. **Análise de Requisitos** - identificação dos requisitos que o sistema deve cumprir para realizar as tarefas pretendidas. Caso seja necessário, modelação do ambiente de trabalho para a identificação mais clara dos requisitos pretendidos;
3. **Definição dos Requisitos** - definição dos requisitos funcionais e não funcionais, assim como a estruturação do sistema e dos procedimentos a executar no sistema;

---

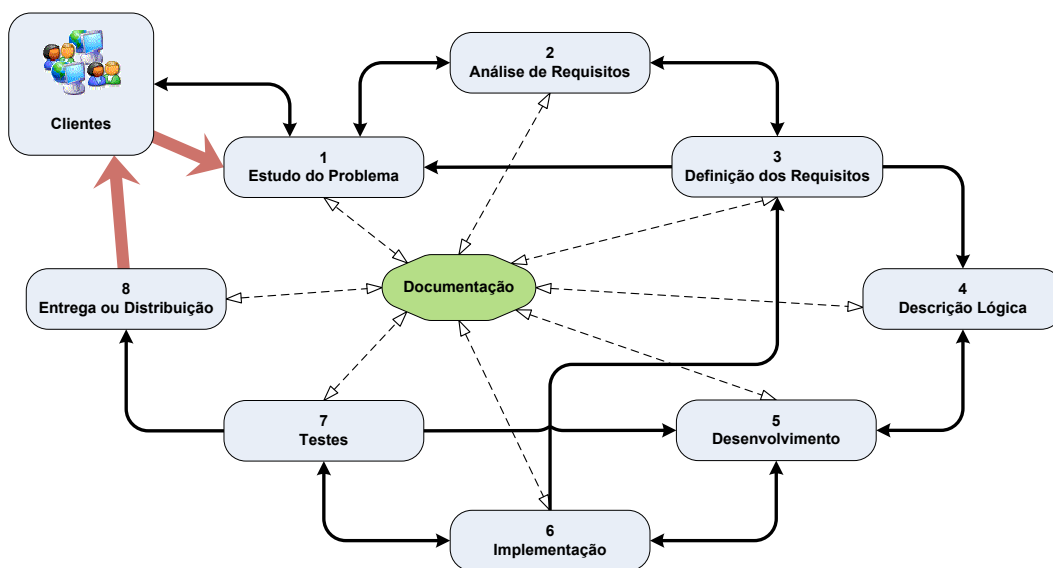
\* O grupo de investigação a que se alude no texto é o Grupo Sistemas de Banda Larga (GSBL) do Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática da Universidade de Aveiro, criado em 1988. As áreas centrais de intervenção do GSBL são as seguintes:

- Análise técnico-económica de redes e serviços de telecomunicações.
- Análise do impacto económico e social das telecomunicações.
- Dimensionamento, planeamento e qualidade de serviço em redes integradas de comunicação.
- Engenharia das telecomunicações.

No início da década de 90, o GSBL liderou a iniciativa de criação da primeira rede óptica de banda larga (ROBL) instalada em Portugal. Esta rede esteve na base das soluções de engenharia mais tarde utilizadas nas redes híbridas fibra óptica/cabo coaxial dos segmentos de acesso das redes de telecomunicações e é hoje parte integrante da infra-estrutura de comunicações da Universidade de Aveiro

O GSBL foi também o espaço onde nasceu o ABC e outros sistemas de informação aplicados em ambientes empresariais.

4. **Descrição Lógica** - modulação do sistema por níveis de detalhe com as operações que realizam as funcionalidades especificadas pelos requisitos;
5. **Desenvolvimento** - desenho físico de todas as partes do sistema, como bases de dados, aplicações, interfaces, entre outros;
6. **Implementação** - instalação do sistema e devidas adaptações ao ambiente onde funcionará;
7. **Testes** - verificação e correcção de operações que comprometam a fiabilidade e robustez do sistema no ambiente real de trabalho;
8. **Entrega ou Distribuição** - ajustamento e assistência na transição do sistema.



**Figura 1.1** - Relação entre etapas da metodologia *Rapid Application Development*.

A decisão de seguir esta metodologia foi consequência do facto de se estar perante o desenvolvimento e implementação de um sistema baseado em *software* e da metodologia RAD ser largamente utilizada (na íntegra ou com adaptações) na actualidade por muitas organizações responsáveis pela consultadoria e desenvolvimento de produtos e serviços de *software*.

A metodologia mais largamente utilizada na análise e desenvolvimento de sistemas na década de 70 era o modelo em cascata (*waterfall model*). Contudo, num artigo publicado por Winston W. Royce (2), foi sugerido um modelo iterativo e incremental em detrimento do anterior que demonstrou ser inadequado no desenvolvimento de *software*. O

modelo iterativo na realidade não era um modelo completamente novo, baseava-se no modelo em cascata e na realimentação (*feedback*) de informações entre as várias etapas. Apesar dos modelos iterativos prevalecerem hoje em dia, em aplicações governamentais e militares continuam a utilizar os modelos em cascata como o *SSADM (Structured Systems Analysis and Design Method)* estabelecido pela *OGC (Office of Government Commerce)* do Reino Unido. Nos finais dos anos 90, baseado no modelo iterativo e prototípico, James Martin (3) estabeleceu uma metodologia chamada *Rapid Application Development (RAD)* que rapidamente demonstrou ser apropriada no desenvolvimento de *software*, tornando-se uma das metodologias mais amplamente utilizada nos dias de hoje. Baseada nesta metodologia foram surgindo variantes como *Lean Software Development (LSD)*, *Joint Application Development (JAD)*, *Extreme Programming (XP)*, *Dynamic Systems Development Method (DSDM)*, etc.

Uma das razões que também impulsionaram a criação e utilização destas metodologias foi o facto de estas requererem que existisse uma documentação completa e elaborada de todas as etapas do desenvolvimento de um sistema. A elaboração e utilização de documentação não era só uma ajuda na definição e execução dos trabalhos, mas também proporcionava um grande apoio na gestão e colaboração entre as pessoas intervenientes e participantes (clientes, colaboradores, coordenadores, etc.) no desenvolvimento de um sistema.

Ainda que a redacção desta dissertação não pretenda seguir uma linha formalmente idêntica à seguida por uma metodologia de análise e desenvolvimento de *software*, pretendeu-se dar-lhe uma organização que se aproximasse da forma seguida no desenvolvimento do sistema. Em consequência obteve-se a seguinte estrutura:

- **Capítulo 2** - aborda-se assuntos do **Estudo do Problema** e **Análise de Requisitos**;
- **Capítulo 3** - engloba os temas da **Definição dos Requisitos** e **Descrição Lógica**;
- **Capítulo 4** - vai ao encontro do **Desenvolvimento e Implementação**;
- **Capítulo 5** - explora os assuntos relacionados com os **Testes**.

## 1.5. Estrutura da Dissertação

Esta dissertação tem a seguinte estrutura:

- **Capítulo 1 - Introdução;**

No presente capítulo procede-se à apresentação dos objectivos e o enquadramento pretendido nesta dissertação. Também é delineada a metodologia que foi utilizada para a execução das tarefas e como esta influenciou a redacção da dissertação.

- **Capítulo 2 - Sistemas de Gestão em Laboratórios de Investigação;**

Neste capítulo é efectuada uma análise sucinta de alguns tipos de laboratórios existentes, incluindo o caso particular dos laboratórios académicos, e quais as características que uma plataforma de apoio à gestão de recursos deverá possuir para proporcionar uma ajuda efectiva na gestão do funcionamento dos laboratórios. São abordados alguns conceitos básicos de gestão e logística e como devem influenciar a concepção e implementação de uma plataforma destas. Também se descreve e caracteriza os sistemas de informação segundo as necessidades específicas de uma gestão laboratorial. Apresentam-se ainda os motivos que levaram a pretensão da plataforma de apoio à gestão como uma aplicação *Web* com acesso descentralizado, de utilização flexível e modular, em detrimento de uma aplicação local. Por último, são apresentados os resultados obtidos de uma simples prospecção de mercado e a decisão, em consequência da análise das soluções encontradas, de se proceder ao desenvolvimento e implementação de uma aplicação *Web* que tenha as especificações pretendidas.

- **Capítulo 3 - Conceptualização e Desenho do Sistema;**

Pretende-se neste capítulo enunciar os requisitos que foram definidos, em consequência da análise efectuada e das necessidades identificadas para o desenvolvimento e implementação de um sistema de gestão. Também é apresentada a estruturação interna do sistema de gestão em subsistemas e explicadas as decisões de compromissos tomadas de maneira a tornar a aplicação *Web* mais simples de implementar e de utilizar. Para apresentação da estrutura e arquitectura conceptualizadas recorre-se à modelação por *UML*.



- **Capítulo 4 - Desenvolvimento e Implementação do Sistema;**

Apresenta-se a implementação da base de dados e da aplicação *Web*, com explicações sucintas das abordagens seguidas, dos critérios considerados, das técnicas aplicadas e dos cuidados tomados para pessoas com necessidades especiais que venham a utilizar a plataforma. Ainda durante este capítulo, anuncia-se a atribuição do nome ao sistema de SIGLa, acrónimo de Sistema Integrado de Gestão Laboratorial.

- **Capítulo 5 - Teste do Sistema;**

Aqui são apresentados os resultados dos testes realizados à implementação do SIGLa por um grupo de investigadores e colaboradores da Universidade de Aveiro de onde foram obtidas informações que permitem o melhoramento e a actualização das funcionalidades do sistema.

- **Capítulo 6 - Considerações Finais.**

Neste capítulo expõem-se as conclusões resultantes de toda a concepção, desenho, desenvolvimento e implementação do SIGLa. Conclui-se que o sistema foi adquirindo uma estruturação e organização que potencia ser mais do que inicialmente foi idealizado: uma aplicação *Web* para a catalogação e gestão de vários recursos. Exploradas e analisadas as ideias que surgiram, são apresentadas sugestões que poderão ser uma base importante para futuras expansões e implementações do sistema numa perspectiva e escala diferente.



## 2. Sistemas de Gestão em Laboratórios de Investigação

O desempenho de um laboratório não deve unicamente ser avaliado pelos objectivos concretizados, mas deverá também contemplar a rentabilidade do investimento efectuado nos vários recursos (materiais, imateriais, infra-estruturas, etc.) e nos custos operacionais (matérias, componentes, etc.). Um adequado sistema de gestão adquire aqui uma importância fundamental.

### 2.1. Laboratórios de Investigação

Um laboratório é um local onde é possível realizar experiências e testes em condições estritamente controladas (4). Normalmente são realizadas experiências que confirmam teorias ou pressupostos anteriormente formulados com o objectivo de descobrir ou inventar um novo conceito, tecnologia, conhecimento, produto, algo que não estava presente na sociedade. Para garantir o sucesso das experiências planeadas e realizadas, as características estabelecidas através da norma *ISO 17025:2005* que um laboratório deve satisfazer são as seguintes (5):

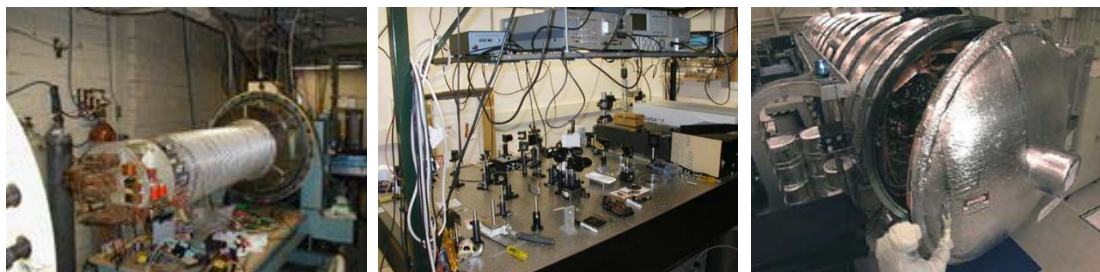
- **Definição clara e precisa dos espaços** - são de extrema importância que o espaço onde são realizadas as experiências esteja bem delimitado e claramente definido, de forma a evitar que a experiência seja influenciada;
- **Recursos devidamente catalogados, especificados e calibrados** - só a correcta disponibilização e calibração dos recursos (equipamentos, acessórios, *software*, etc.) de acordo com as características da experiência poderá proporcionar rigor e precisão nos resultados a obter;
- **Estabelecimento de métodos de trabalho e de utilização dos recursos** - se uma experiência não for conduzida de acordo com uma metodologia previamente estabelecida e os recursos necessários não forem utilizados de acordo com essa metodologia o sucesso estará comprometido, porque só com um planeamento antecipado se poderá determinar a exactidão e precisão dos resultados obtidos;
- **Estabelecimento de condições de acesso, partilha e utilização** - a aplicação de um sistema que permita estabelecer escalonamento e partilha da utilização dos

recursos disponíveis através de hierarquias de reserva e condicionamento possibilitará o planeamento das manutenções com uma menor interferência e prejuízo das experiências assim com uma melhor eficiência de utilização dos recursos.

### 2.1.1. Necessidades Específicas dos Laboratórios de Investigação

As características gerais expostas anteriormente, devem ser adaptadas às necessidades de cada tipo de laboratório. Existem vários tipos de laboratórios, sendo em cada um deles efectuado determinado conjunto de actividades. Para ilustrar a diversidade dos recursos utilizados nos laboratórios, apresenta-se de seguida os seguintes exemplos:

- **Laboratório de Física** - estes laboratórios têm como objectivo realizar e analisar experiências relacionadas com fenómenos físicos, onde são necessários equipamentos e espaços específicos tais como refractómetros de laser, acelerador de partículas, câmara de vácuo (ver Figura 2.1), entre outros;



**Figura 2.1** - Espaços e equipamento específico dos laboratórios de física.

- **Laboratório de Biologia e Química** - nestes laboratórios se efectuam e estudam experiências relacionadas com assuntos sobre química, biologia e bioquímica, onde se utilizam espaços com zonas de contaminação e equipamento como centrifugadoras de sedimentação e microscópios ópticos (ver Figura 2.2);



**Figura 2.2** - Espaço e equipamentos de um laboratório de química e biologia.

- **Laboratório de Electrónica** - equipamento como osciloscópios, geradores de sinal, analisadores espectrais (ver Figura 2.3), entre outros, são necessários para a realização de experiências relacionadas com electricidade, electrónica analógica e digital, por outras palavras, tudo o que tem a ver com fenómenos eléctricos;



**Figura 2.3** - Equipamento específico de um laboratório de electrónica.

- **Laboratórios de Informática** - destinam-se ao estudo e desenvolvimento da ciência computacional, usando-se para isso equipamento como computadores, *software*, cujos espaços utilizados tem características peculiares (ver Figura 2.4).



**Figura 2.4** - Equipamento e espaço de utilização em laboratórios de informática.

Apesar de os laboratórios serem destinados a realizarem um determinado conjunto de experiências e utilizarem para o efeito equipamento especialmente concebido,

normalmente encontram-se equipamentos de outras áreas em utilização em vários tipos de laboratórios. Muito desse equipamento deixou mesmo de ser considerado específico para tornar-se de utilização universal. Um caso bem conhecido é os computadores que podem ser encontrados em quase qualquer tipo de laboratórios (ver Figura 2.5).



**Figura 2.5** - Laboratórios de química, de biologia e de física.

Do apresentado acima, fica claro que uma ferramenta para a gestão de um laboratório deverá proporcionar as seguintes funcionalidades:

- Registrar e coordenar o uso do espaço;
- Registrar equipamentos classificando-os por categorias de forma a flexibilizar a sua requisição/utilização;
- Registrar componentes e consumíveis utilizados para a realização de experiências e manutenção de equipamentos classificando-os por categorias de forma a facilitar a sua requisição/utilização;
- Controlar e gerir todas as utilizações dos equipamentos, dos espaços e das requisições de componentes e consumíveis de forma a garantir equidade de acesso a todos os recursos;
- Monitorizar o estado de funcionamento e as condições de segurança dos equipamentos e espaços;
- Registrar as manutenções e reparações efectuadas;
- Correlacionar os consumíveis requisitados com os equipamentos a que se destinam na sua substituição.

## 2.2. Laboratórios nas Instituições de Ensino Superior

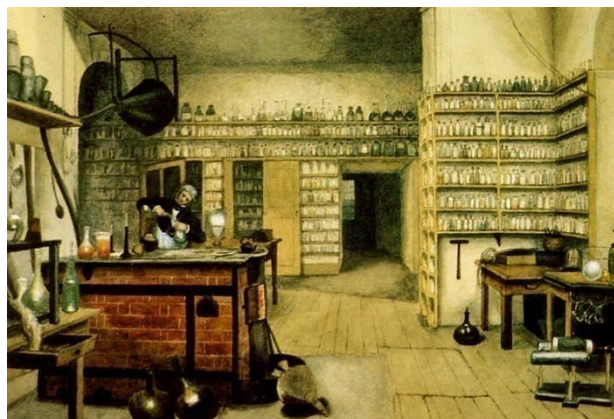
Os laboratórios nas Instituições de Ensino Superior têm uma importância fundamental, dado proporcionarem um meio de transmissão e desenvolvimento de conhecimento como mais nenhum outro possibilita (6). Antes de Thomas Alva Edison (1847-1931) dar uma nova visão aos laboratórios com a abertura do primeiro laboratório industrial em 1876 (ver Figura 2.6), dedicado exclusivamente à investigação e desenvolvimento tecnológico (7), as universidades, institutos ou academias proporcionavam as condições necessárias à realização de experiências, já que a utilização dos laboratórios, como referido acima, eram um meio privilegiado de ensino.

Prova da importância dos laboratórios nas instituições é o facto de que muitas descobertas foram efectuadas em laboratórios universitários, como foi o caso da Equação de *Schrödinger* por Erwin Rudolf Josef Alexander Schrödinger (1887-1961) na Universidade de Zurique (8), assim como muitos cientistas tinham nessas instituições laboratórios onde efectuavam as suas experiências, como era o caso de Michael Faraday (1791-1867) que tinha um laboratório na academia The Royal Institution of Great Britain (ver Figura 2.7) (9).



**Figura 2.6** - Menlo Park laboratory laboratório de Thomas Alva Edison em New Jersey.





**Figura 2.7** - Michael Faraday na The Royal Institution (pintura de Harriet Moore).

Assim pode-se constatar que as universidades são das instituições que mais contribuíram para o desenvolvimento de laboratórios e beneficiaram com a utilização destes no ensino e na formação de novos cientistas e profissionais. Mesmo numa época onde as empresas investem grandes quantias na implementação e expansão de laboratórios para pesquisa e desenvolvimento de novos conceitos e tecnologias, as universidades mantêm um papel de destaque na utilização dos laboratórios na investigação e ensino como mais nenhuma outra instituição.

### **2.2.1. Necessidades Específicas dos Laboratórios Académicos**

Nas Instituições de Ensino Superior os laboratórios têm uma utilização mais ampla do que a investigação e desenvolvimento (ver Figura 2.8). São também frequentemente utilizados como salas de aulas. Isto exige que, para além das especificações que uma ferramenta auxiliar para a gestão de um laboratório deve ter (ver secção 2.1.1), há que incluir também as seguintes especificações:

- Controlar as utilizações dos espaços e equipamentos de acordo com o motivo a que se destinam (investigação, ensino, palestras, etc.), procedendo quando necessário a uma limitação temporal máxima de utilização, de forma a garantir equidade de disponibilidade para todas as necessidades de ensino e investigação;
- Controlar e gerir a utilização de componentes utilizados de acordo com o motivo a que se destina, no caso de a sua aplicação ser de ensino correlacionar com as aulas a que se destinam;



- Descentralizar e autorizar o acesso ao sistema de todos os intervenientes (professores, investigadores, alunos, etc.) através da implementação de uma hierarquia de permissões estruturada por equipamentos, espaços, componentes e consumíveis.



**Figura 2.8** - Laboratórios de informática, química e física.

## **2.3. Gestão e Logística em Ambientes Laboratoriais**

A plataforma desenvolvida pode ser encarada como um sistema de apoio à gestão e à logística de recursos laboratoriais. Por esta razão interessa ter presente alguns conceitos básicos destas disciplinas.

### **2.3.1. Conceitos Básicos de Gestão num Ambiente Laboratorial**

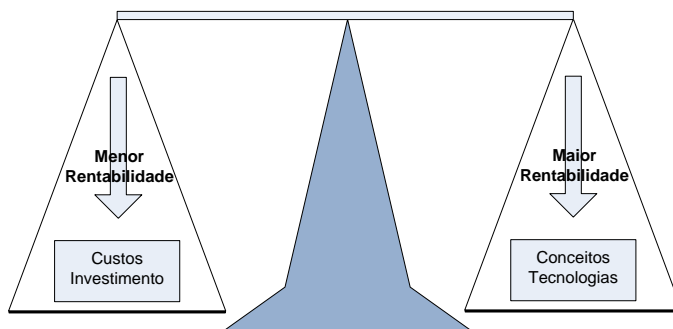
Para uma organização ter sustentabilidade é necessário que cumpra com eficiência e eficácia os objectivos e a missão com que foi criada. Esta afirmação, que é facilmente aceite se a organização em causa tiver uma lógica empresarial, deve aplicar-se também ao caso de um laboratório. Os recursos de um laboratório destinam-se a proporcionar serviço a um determinado grupo de utilizadores. Interessa que, no momento em que existe uma procura de serviço por parte de um utilizador, o sistema de gestão de um laboratório seja capaz de identificar os recursos necessários para a prestação desse serviço bem como o seu estado de comprometimento (disponível, em utilização, disponível mas com reservas de utilização, disponível mas avariado, etc.). Uma vez em utilização importa que esse estado seja do conhecimento de eventuais interessados e, uma vez liberto, interessa fazer a sua atribuição a quem o tenha requisitado, obedecendo eventualmente a critérios e prioridades

de utilização. É à gestão de todos estes processos que, no contexto desta dissertação, se atribui a designação de gestão laboratorial.

O estabelecimento de uma gestão laboratorial pressupõe que, previamente, sejam definidas correctamente linhas orientadoras para a utilização do laboratório tais como as seguintes (10):

- Especificação detalhada das actividades a que se destina o laboratório;
- Estabelecimento de regras de utilização flexíveis e ao alcance das pessoas intervenientes;
- Estabelecimento dos procedimentos de manutenção e renovação recursos;
- Estabelecimento do plano financeiro que rege o laboratório (orçamentos de investimento e de operação, custos de utilização, receitas de exploração se as houver, plano de amortizações, etc.).

Para concretizar os aspectos anteriores, discernimento e bom senso são ingredientes fundamentais, sendo necessário equilibrar custos com resultados tal como ilustra na figura seguinte (11).



**Figura 2.9** - Relação custos/investimentos e conceitos/tecnologias na rentabilidade.

### 2.3.2. Conceitos Básicos de Logística num Ambiente Laboratorial

A primeira utilização efectiva da logística ocorreu no campo militar, tendo sido durante largos anos apenas utilizada nesta vertente. No início do século passado John Crowell (12) aplicou o princípio na distribuição de medicamentos, no entanto apenas a partir da década de 70 é que se massificou a aplicação dos princípios de logística.

Actualmente o conceito de logística é definido pelo Conselho de Gestão Logística (formalmente conhecido por *Council of Logistics Management*) da seguinte forma (13):

“**Logística** é o processo de planificar, implementar e controlar eficientemente a aquisição, o armazenamento e a utilização de partes, produtos e informações ao longo da organização e dos canais de comercialização, com o propósito de fornecer e satisfazer os pedidos e encomendas dos clientes.”

A definição apresentada acima expõe de uma forma clara o objectivo genérico da logística. Para a concretização desse objectivo, as principais características actualmente presentes no conceito de logística são as seguintes (14):

- Característica de **Natureza Intrínseca** - está relacionada com o facto de a logística efectuar um cruzamento funcional (*cross-funcional*), isto é, apresenta-se como função horizontal que acompanha todo o processo desde a origem das matérias-primas até ao mercado, atravessando e influenciando as várias funções tradicionais de uma empresa;
- Característica de **Natureza Sistemática** - apresenta a logística como um processo global e integrado, isto é, todas as actividades a serem realizadas são consideradas como um sistema, desta forma o desafio é colocado ao sistema e não numa tarefa particular adstrita a uma qualquer actividade isolada.

Portanto, o actual conceito de logística, não é mais do que o estabelecimento e agrupamento de um conjunto de tarefas em actividades a serem escrupulosamente executadas de forma a otimizar a cadeia logística. Essas tarefas podem ser reunidas em cinco grupos genéricos de actividades (15):

- **Gestão de Infra-estruturas e Recursos** - responsável pela localização, manutenção e controlo dos espaços e recursos utilizados para armazenar, depositar, utilizar, etc.;
- **Constituição e Gestão de Existências** - responsável pelo controlo, inventariado, compra e apoio administrativo de matérias-primas, existências, produto em fabricação, produtos finais, entre outros;

- **Comunicação e Informação** - responsável pela gestão e processamento de ordens de encomendas, previsão e planeamento da capacidade de produção, gestão de informação e seus suportes;
- **Fluxo de Materiais/Produtos** - responsável pelo controlo de todas as movimentações de matérias-primas, produtos, embalagens, desperdícios, reciclagem, etc.;
- **Transporte e Distribuição** - responsável pela escolha e planeamento de uma frota própria ou subcontratada para a circulação externa/interna de matérias-primas, produtos, entre outros.

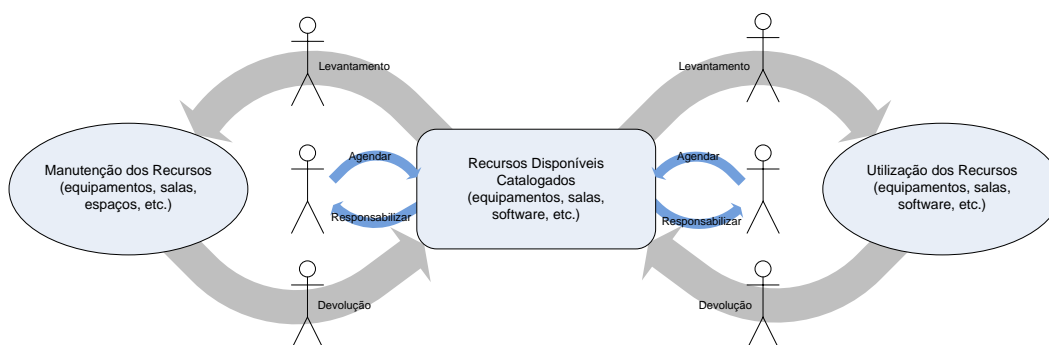
As tarefas de uma cadeia logística apresentadas anteriormente têm sido aplicadas principalmente no contexto de sistemas de produção empresariais. Contudo, se considerarmos que um laboratório do ponto de vista externo assume os contornos de uma linha de produção, em que de um extremo se encontra o pedido de um serviço a executar, do outro estão os resultados da prestação desse serviço (teste, medição, cálculo computacional, tratamento de informação, etc.) e pelo meio há um conjunto de recursos necessários para atingir esse objectivo, o resultado é a cadeia logística que interessa otimizar.

A aplicação destes conceitos na gestão de recursos laboratórios de uma Instituição de Ensino Superior traduz-se nas seguintes funcionalidades (ver Figura 2.10):

- **Catalogar** todos os recursos disponíveis (equipamentos, salas, *software*, etc.). Só desta forma se poderá saber qual a disponibilidade presente e as necessidades futuras de recursos;
- **Descrever** rigorosamente as especificações de cada um dos recursos. Desta maneira os recursos são utilizados em funções para os quais estão especificados;
- **Agendar** utilizações e manutenções dos recursos disponíveis. Através da visualização de disponibilidade de um recurso é possível promover a utilização e manutenção sem interromper o funcionamento normal de um determinado recurso;
- **Controlar** utilizações e manutenções. Ao proceder ao controlo da utilização dos recursos evitam-se utilizações exaustivas e irresponsáveis, diminuindo reparações relacionadas com uma utilização excessiva e promovendo-se assim o correcto

planeamento da utilização e manutenção dos recursos. Como as manutenções são agendadas, serão realizadas em condições planeadas reduzindo-se tempo de espera e consequentemente controlando e reduzindo os custos de manutenção;

- **Responsabilizar** utilizadores pelo uso dos recursos disponíveis. Assim diminuirão os custos relacionados com acidentes e utilizações irresponsáveis.



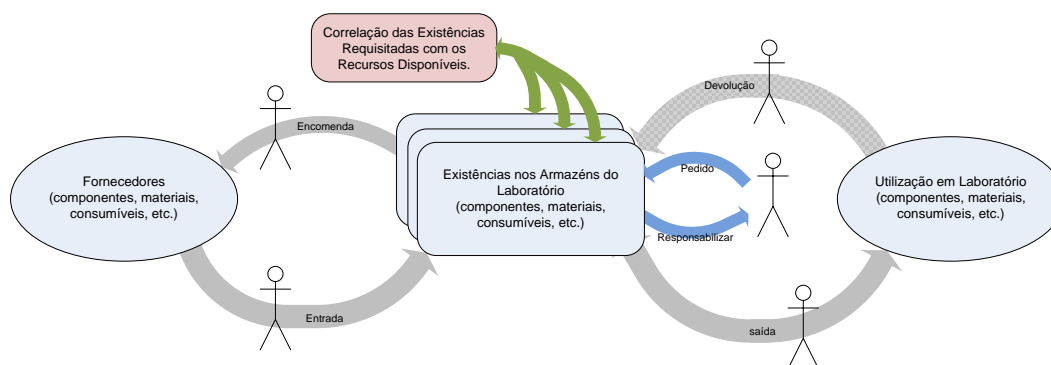
**Figura 2.10** - Gestão dos recursos de um laboratório.

De forma a estabelecer e implementar uma estratégia logística, que possibilite uma melhor gestão das existências (componentes, materiais, consumíveis, etc.) em armazém para utilização no laboratório, é importante identificar quais as reais necessidades. Numa linha de produção poder-se-ia proceder a uma estimativa com base nos pedidos e encomendas, no entanto, num laboratório isso é impraticável pois dependem apenas da satisfação das necessidades decorrentes ao longo das experiências. Portanto, neste caso, o conhecimento passado dos recursos usados e necessidades satisfeitas é de extrema importância, dado proporcionarem informações que devidamente analisadas fornecerão dados relevantes para a especificação e previsão da quantidade de existências necessárias em armazém (16).

Para o controlo do armazém de um laboratório deverá proceder-se ao seguinte de registo de informações (ver Figura 2.11):

- Nos **pedidos e saídas de materiais** para utilização, com a intenção de correlacionar os materiais requisitados com a utilização pretendida, é preciso efectuar:
  - Registo do utilizador;
  - Registo da quantidade desejada e realizada;

- Registo do armazém (no caso de existir mais que um) de onde será expedido os materiais pedidos ou requisitados;
  - Registo da utilização destinada ao material requisitado;
  - Relacionamento das saídas de material com os respectivos pedidos previamente efectuados, indicando se foi realizada a quantidade pretendida.
- Nas **encomendas e entradas de materiais** para reposição de existências, analogamente ao caso anterior, pretende-se relacionar as encomendas e entradas com a utilização pretendida:
    - Registo do utilizador;
    - Registo da quantidade pretendida e realizada;
    - Registo do armazém (no caso de existir mais que um) onde serão repostas existências em armazém;
    - Registo do motivo que despoletou uma entrada de material, isto é, se é uma reposição de existências ou se é a devolução de material requisitado;
    - Relacionamento da entrada de materiais com as respectivas encomendas previamente efectuadas, indicando se foi realizada a quantidade pretendida.



**Figura 2.11** - Gestão das existências no armazém do laboratório.

Tendo em consideração os conceitos de gestão e logística expostos, outra das vantagens da utilização de uma plataforma de apoio à gestão de um laboratório é o facto desta poder diminuir ou mesmo eliminar o erro humano associado a execução das tarefas.

## 2.4. Tecnologias de Informação na Gestão Laboratorial

No actual estado de desenvolvimento das tecnologias de informação é peremptório afirmar que uma plataforma deste tipo deve assentar sobre essa tecnologia. Qualquer outro suporte, como o caso do uso de registos manuais, é indiscutivelmente inviável, não só por ter uma utilização obsoleta, mas, principalmente, por não proporcionarem as vantagens de acessibilidade, usabilidade e de evolução que as actuais tecnologias de informação proporcionam. Contudo, o simples uso de tecnologias de informação (*hardware, software, Internet, etc.*) por si só, não são uma vantagem se não proporcionar benefícios a seus utilizadores.

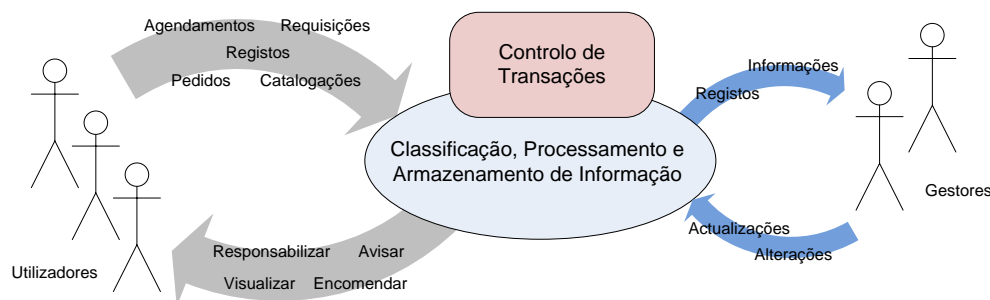
### 2.4.1. Sistemas de Informação

Após muitos anos de evolução e transformações é universalmente aceite que os sistemas de informação são definidos como (17):

“**Sistema de Informação** é um sistema composto por recursos humanos e materiais destinado a adquirir, armazenar, processar e disseminar informação relevante de modo a torná-la acessível e útil para aqueles que a desejam e a possam utilizar.”

De acordo com a definição acima enunciada, a plataforma de apoio à gestão de um laboratório ostenta características que a classificam como um sistema de informação, com uma arquitectura que junta características de um sistema de informação de gestão e processamento de transacções (ver Figura 2.12) (18):

- Recolha, classificação e armazenamento de informações relacionadas com transferências e transacções;
- Controlo de pequenas decisões que fazem parte das transacções;
- Processamento e conversão de informações para o apoio à gestão do sistema, utilização, manutenção, etc.;
- Disponibilização da informação de acordo com as solicitações efectuadas.



**Figura 2.12** - Arquitectura do sistema de informação.

Para garantir uma implementação bem sucedida e eficiente do sistema de informação, é peremptório que seja dada relevância ao sistema em três perspectivas (19):

- **Utilização** - tem como principal objectivo garantir uma utilização atraente e satisfatória aos utilizadores;
- **Manutenção e Evolução** - todo sistema activo precisa que sejam efectuadas regularmente manutenções que garantam o normal e contínuo funcionamento deste, mesmo em situações onde muitas vezes decorrem utilizações duvidosas, e também efectuar uma constante evolução de forma a actualizar-se às novas realidades que vão surgindo ao longo da sua utilização;
- **Planeamento** - um bom planeamento é essencial para garantir o funcionamento contínuo e pleno do sistema, assim como criar estratégias que garantam o sucesso do sistema de informação.

#### 2.4.2. Considerações Específicas para Laboratórios

Como referido anteriormente (ver secções 2.1 e 2.2), os laboratórios têm uma dinâmica e flexibilidade de utilização muito grande, ocorrendo situações em que determinada experiência pode ter um tempo de execução alargado e disperso por vários períodos intermitentes podendo até o espaço onde decorre a experiência não ser sempre o mesmo. Para uma plataforma deste tipo, a possibilidade de aceder a informações dos recursos disponíveis em qualquer altura e a partir de qualquer ponto das instalações, é uma grande vantagem para os utilizadores que precisam utilizar os recursos disponíveis, assim como para os responsáveis que podem precisar resolver situações conflituosas mesmo



quando não estão presentes. No caso das instituições de ensino superior esta possibilidade é ainda mais vantajosa pois a maioria dos responsáveis pela gestão de determinados recursos, normalmente também têm responsabilidades de leccionar ou coordenar projectos.

Para garantir uma descentralização do acesso à informação e uma maior portabilidade, a tecnologia de informação que deverá indubitavelmente ser o suporte a este sistema de informação tem de estar baseada na *Internet* e com tecnologias relacionadas, designadamente uma plataforma *Web*. Encarar esta plataforma auxiliar para a gestão de um laboratório como uma aplicação informática isolada, em que o acesso e utilização seria apenas reservado a um conjunto limitado de pessoas, seria inadequada para uma gestão mais alargada e dinâmica, comprometendo a utilidade e usabilidade desta.

Num sistema de informação que lida com questões de gestão num ambiente particularmente competitivo como os laboratórios, a qualidade de informação deve ser garantida (20). A implementação desta plataforma auxiliar tem que ter em consideração a utilidade e precisão da informação registada. Por esse motivo, para garantir a qualidade da informação, é necessário que se verifique os seguintes pontos:

- **Exactidão dos Registos** - para garantir a exactidão da informação é importante que o registo de datas e horas estejam correctos, o registo das quantidades de existências em armazém estejam exactas, a localização dos recursos esteja correcta, o estado de funcionamento encontre-se actualizada, o registo sobre as manutenções seja pormenorizado, etc.;
- **Verificação da Existência de Sobreposições** - para acautelar que a informação introduzida ou alterada permaneça em conformidade é necessário que sejam efectuados testes que evitem sobreposição de informação, por exemplo no agendamento evitar que seja efectuado um agendamento para um determinado espaço de tempo quando já foi efectuada uma reserva;
- **Precisão da Informação Descritiva** - informação que descreve as características de recursos (equipamentos, espaços, software, etc.) deverá ser o mais precisa e pormenorizada para informar com detalhe quais as especificações dum recurso.

## 2.5. Prospeção e Análise do Mercado

Estabelecidas as características que a plataforma de apoio à gestão de um laboratório deve possuir, procedeu-se a uma prospeção do mercado de modo a encontrar soluções que se moldassem às especificações estabelecidas. No entanto, verificou-se que não existiam no mercado aplicações que permitissem uma implementação que reunissem todas as especificações pretendidas. As aplicações disponíveis no mercado encontram-se divididas em duas áreas disjuntas:

- **Catálogo e administração de recursos** (salas, anfiteatros, equipamentos, viaturas, mobiliários, livros, aplicações, etc.);
- **Inventariação e gestão de existências** (lojas, grossistas, distribuidores, armazéns, indústrias, etc.).

Uma listagem com aplicações baseadas na *Web* que oferecem funcionalidades para a **catálogo e administração de recursos** (equipamentos, software, viaturas, espaços, etc.) por horas, dias, semanas de acordo com o perfil dos utilizadores e disponibilidade de cada recurso, é apresentada de seguida:

- *URBA* (<http://www.lucca.fr/en/urba/urba-resource-reservation-software.html>)  
*Lucca* (<http://www.lucca.fr>)
- *WebCheckout* (<http://www.webcheckout.net/solutions.htm>)  
*OnShore Development* (<http://www.onshore-devel.com>)
- *ResSched Web* (<http://www.madrigalsoft.com/ResSchedWeb.html>)  
*Madrigal Soft Tools* (<http://www.madrigalsoft.com>)
- *e-allocator* (<http://www.e-allocator.com/informat.asp#whatis>)  
*Dragon Technology* (<http://www.dragontechnology.com>)
- *EZbooking* (<http://www.artologik.com/en/EZbooking.aspx>)  
*Artisan Global Software* (<http://www.artologik.com>)
- *Scheduling Manager on the Web* (<http://www.infocode.com.au/reservenet.htm>)  
*Infocode* (<http://www.infocode.com.au>)
- *Resource Reservation System* (<http://www.irola.com/rr/features>)  
*Irola Web-based Softwares* (<http://www.irola.com>)

- *EZbook* (<http://www.ezbook.com/Default.asp>)  
*First Matrix Holdings* (<http://www.ezbook.com/>)
- *uReserve* (<http://www.uburst.com/uReserve/index.html>)  
*Microburst Technologies* (<http://www.uburst.com>)
- *LBE Resource Booker* (<http://www.room-booking-software.com>)  
*Leigh Business Enterprises* (<http://www.lbesoftware.com>)
- *EventU* (<http://www.serviceu.com/eventu/index.html>)  
*ServiceU* (<http://www.serviceu.com/index.html>)
- *WhiteSpace* ([http://www.wallchart.com/en/products/product\\_we.asp](http://www.wallchart.com/en/products/product_we.asp))  
*Timewatch* (<http://www.wallchart.com>)
- *RoomTime* (<http://www.silvertipsoftware.com/product.html>)  
*Silvertip Software* (<http://www.silvertipsoftware.com>)

Algumas aplicações para a **inventariação e gestão de existências** que permitem gerir existências, controlar pedidos, efectuar encomendas, estabelecer pontos de reposição com quantidades estabelecidas e associar existências (consumíveis, partes e componentes) a outros recursos (equipamentos, salas, viaturas, etc.) em reparação ou manutenção, são listadas a seguir:

- *CoreIMS* (<http://www.coreims.com/product.htm>)  
*CorePartners* (<http://www.corepartners.com>)
- *Visual Inventory* ([http://www.visualonline.net/Visual\\_Inventory.htm](http://www.visualonline.net/Visual_Inventory.htm))  
*Visual Online Data* (<http://www.visualonline.net/>)
- *Golden Web Inventory System* (<http://www.executivpro.com/goldenweb/>)  
*Quartex* (<http://www.executivpro.com>)
- *Web Based Inventory Management System*  
([http://www.logicool.com/pages/Web\\_based\\_inventory\\_management\\_system.htm](http://www.logicool.com/pages/Web_based_inventory_management_system.htm))  
*Logicool* (<http://www.logicool.com>)
- *anyAssets* (<http://www.anyassets.com/#browse>)  
*anyInput* (<http://www.anyinput.com>)
- *Aestiva Logistics*  
(<http://www.aestiva.com/pages/htmls/344875851796709/products-logistics.html?>)  
*Aestiva* (<http://www.aestiva.com>)

- *Invendia Web-based Inventory Management*  
([http://www.invendia.com/Web-based\\_Inventory\\_Management.htm](http://www.invendia.com/Web-based_Inventory_Management.htm))  
*Blue Habanero* (<http://www.bluehabanero.com>)
- *Inventory Control Web ERP* (<http://www.nissiinfotech.com/onlineinventory.htm>)  
*Nissi Infotech Private* (<http://www.nissiinfotech.com>)
- *eCity Web-based Inventory Management*  
([http://slingshotecity.com/Inventory\\_Management\\_and\\_Planning.aspx](http://slingshotecity.com/Inventory_Management_and_Planning.aspx))  
*Slingshot* (<http://slingshotecity.com>)
- *Inventory Management System*  
([http://www.smartturn.com/solutions/inventory\\_control.jsp](http://www.smartturn.com/solutions/inventory_control.jsp))  
*SmartTurn* (<http://www.smartturn.com>)
- *BrandStore*(<http://www.merrillcorp.com/cps/rde/xchg/merrillcorp/hs.xsl/1202.htm>)  
*Merrill Corporation* (<http://www.merrillcorp.com>)
- *thinTRAK* (<http://www.thintrak.com/index.html>)  
*Cobrasystems* (<http://www.cobrasystems.com>)

Fora desta análise ficaram várias aplicações que tinham por base suportes que não abrangiam uma plataforma *Web*, assim como aplicações cujo idioma de utilização não era o Português ou Inglês. Também não foram consideradas as aplicações *LIMS* (*Laboratory Information Management System*) devido a estas aplicações se enquadrarem mais particularmente na gestão de processo (agendamento de tarefas, catalogação e armazenamento de amostras, introdução e distribuição de resultados, armazenamento e disponibilização das análises efectuadas aos resultados e experienciais executadas, etc.) do que na gestão operacional de recursos de um laboratório, apesar das aplicações *LIMS* também considerarem a gestão de recursos (21).

Esta pesquisa de mercado não teve a intenção de ser efectuada de forma exaustiva, pelo que poderão existir aplicações no mercado que englobam os dois grupos de aplicações atrás estabelecidos, no entanto, aquando da redacção desta dissertação não foi possível confirmar a sua existência. Devido a esta dificuldade de encontrar uma aplicação que integre estes dois tipos de aplicações, evidenciou-se o facto de a plataforma pretendida não ter uma utilização muito comum.

Ainda poder-se-ia pensar em proceder a adaptações ou modificações de alguma destas aplicações de forma que preenchessem as exigências impostas. Contudo, enfrentar-se-ia dois grandes problemas: primeiro, estando-se perante aplicações comerciais, existiria todo um conjunto de obrigações legais e compensações financeiras pelos direitos de autor; segundo, subsistiria toda uma dificuldade tecnológica de adaptação de uma aplicação que foi concebida e desenvolvida para satisfazer determinados requisitos.

Em consequência da lacuna presente no mercado de uma aplicação que satisfaça as especificações apresentadas para uma plataforma de apoio à gestão de um laboratório, resulta a necessidade de se prosseguir para a conceptualização e implementação de uma solução idealizada de raiz e enquadrada nas condições criteriosamente especificadas.



### 3. Conceptualização e Desenho do Sistema

Com vista à concepção de uma plataforma que apoie na gestão de um laboratório, foram especificadas no capítulo anterior características que esta deve possuir para poder ser um auxiliar útil e prático de usar. Essas características por si só são suficientes para definir uma estrutura a seguir na conceptualização desta plataforma. No entanto, uma vez que a plataforma a desenhar tem que garantir o inter-funcionamento com outro sistema de informação já existente, são necessárias mais especificações adicionais que garantam a interligação com esse sistema. Este sistema é o Sistema Matriz\*, que é uma plataforma de apoio à gestão de actividades e utilizadores com informação detalhada de projectos (identificação, categoria, membros, etc.) e utilizadores (nome, endereço, contactos, *login*, *password*, etc.). Contudo, isso não significa que tenha uma arquitectura dependente, de facto é uma mais-valia que esta aplicação seja desenhada para ser funcionalmente independente, pois dessa forma é garantido, em casos de alterações ou de actualizações do sistema onde esta integrada, que não será necessária uma alteração ou actualização de toda a plataforma, apenas dos mecanismos que interliga os sistemas.

#### 3.1. Visão Geral

Esta aplicação deverá ser utilizada para a gestão dos vários recursos disponíveis pelo GSBL, que poderão ser usados nos laboratórios ou nos gabinetes de trabalho. Esses recursos não serão de uso exclusivo na realização de experiência de desenvolvimento

---

\* O Sistema Matriz é um sistema de apoio ao trabalho cooperativo que foi desenvolvido pelo Grupo Sistemas de Banda Larga (GSBL). Este sistema baseia-se numa plataforma de apoio à gestão de actividades, cujas principais características são:

- Possibilidade de organizar espaços de gestão personalizados por grupo de trabalho;
- Possibilidade de associar a cada espaço de gestão, um conjunto de projectos de diferente natureza;
- Possibilidade de associar utilizadores com diferentes níveis de permissão de manipulação da informação, por cada espaço de gestão e projecto;
- Possibilidade dos utilizadores, de acordo com o nível de permissão atribuído, registar e aceder a informações de cada projecto, como por exemplo: recursos humanos associados; registo de sessões de trabalho; associação de documentos; etc.;
- O acesso à plataforma é efectuado através de uma aplicação *Web*.

Devido ao grande sucesso desta plataforma, o Sistema Matriz foi adoptado por várias outras instituições governamentais e empresárias.

tecnológico, mas também em inovação tecnológica, em realização de estudos, em consultadoria, no âmbito académico e formativo, entre outros. Consequentemente terão uma utilização muito flexível, dinâmica e intensa em que um grande número de pessoas partilhará o seu uso.

Os vários recursos disponíveis no GSBL podem ser classificados em quatro grandes grupos:

- **Espaços** - onde se englobam todas as salas disponíveis e que são utilizadas da seguinte forma:
  - Laboratório - é onde são realizadas experiências, demonstrações, reuniões, ordens de trabalho. Neste caso em particular, é um pouco como uma sala multifunção;
  - Sala de manutenção - é utilizada para a realização de manutenções aos vários equipamentos e trabalhos especializado em peças para serem usadas em experiências, demonstrações, etc.;
  - Salas de trabalho comum (*open space*) - onde os colaboradores, alunos, estagiários, ou convidados efectuem os seus trabalhos e tarefas;
  - Gabinetes - análogo ao ponto anterior só que num ambiente mais reservado e dedicado;
  - Armazém - onde são armazenados componentes, consumíveis e matérias que serão utilizados em experiências e manutenções de recursos, nomeadamente equipamentos e acessórios associados.
- **Equipamentos** - englobam-se todos os aparelhos, utensílios, acessórios e mobiliário que são usados nos espaços anteriores e que estão divididos principalmente pelas categorias seguintes:
  - *Hardware* - abrange todos os computadores de secretária, computadores portáteis, servidores, monitores, teclados, ratos, etc.;
  - Dispositivos de mão - nesta classificação são incluídos os *PDA*, calculadoras e qualquer dispositivo electrónico de pequenas dimensões relacionado;
  - Telecomunicações - incluem-se nesta categoria todos os tipos de telefone, telemóveis, *Smartphones*, centrais telefónicas, entre outros;



- Equipamentos de posicionamento - são englobados nesta descrição *GPS*, antenas, etc.;
- Teste e medida - são abrangidos por esta categoria osciloscópios, geradores de funções, analisadores espectrais, fontes de alimentação, entre outros;
- Material de escritório - alberga todos os acessórios utilizados em escritórios como agrafadores, saca agrafos, furadores, porta canetas, etc.;
- Mobiliários - incluem-se nesta descrição as cadeiras, mesas, separadores de espaços, armários, e todo tipo de mobiliário.
- **Softwares** - neste tipo de recurso enquadram-se todos os programas ou aplicativos, estando classificados da seguinte forma:
  - Sistemas operativos - *DOS, Windows, Linux*;
  - Aplicações de escritório - *Microsoft Office, OpenOffice*, etc.;
  - Utilitários - compressores e compactadores (*Winrar, Winzip*, etc.), gravação de conteúdos (*Nero, Roxio Creator*, etc.), reprodutores (*QuickTime, RealPlayer, Windows Media Player*, etc.), entre outros;
  - Segurança - antivírus (*Endpoint Protection, AntiVirus Corporate Edition, Norton AntiVirus, McAfee Total Protection, AVG Anti-Virus*, etc.), *firewall* (*ZoneAlarm Pro, Norton Internet Security*, etc.), etc.;
  - Base de dados - *Microsoft SQL, Sum MySQL, Oracle Database*;
  - Fornecedores de serviços - conteúdos *Web* (*Internet Information Service, Apache*), correio electrónico (*Microsoft Exchange*, etc.), entre outros.
- **Componentes/Consumíveis** - englobados nestes recursos encontram-se os seguintes materiais:
  - Componente - engloba todo o tipo de componentes, desde electrónicos (resistências, condensadores, transístores, díodos, etc.), hardware (disco duro, memórias, processadores, disquetes, etc.), segurança (mascaras, óculos, filtros, etc.), até peças para a reparação e manutenção de equipamentos e espaços;
  - Consumíveis - inclui-se nesta descrição os tinteiros e toners usados por impressoras, fotocopiadoras, faxes, etc., os suportes de gravação (disquetes, cassetes, *CD, DVD*, etc.), os materiais de escritório (caneta, lápis, cadernos, marcadores, folhas, etc.), entre outros.

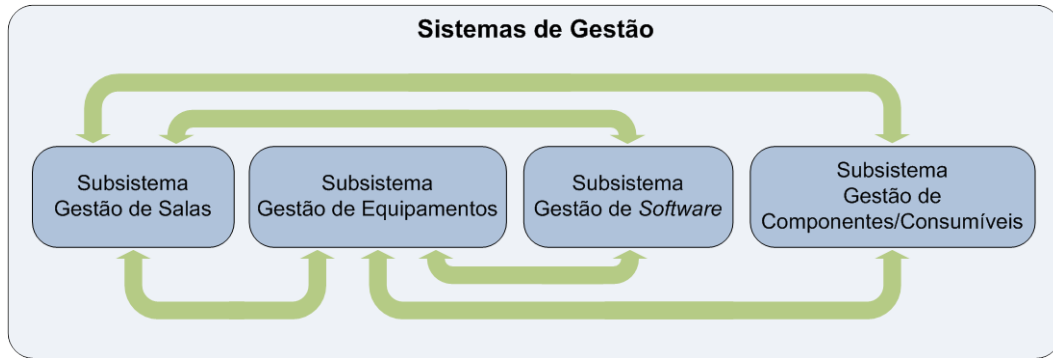
Os utilizadores que usualmente utilizam os recursos que estão enunciados acima são normalmente colaboradores, técnicos, investigadores, alunos, professores, etc., onde o período e a intensidade de utilização varia de acordo com os projectos onde são utilizados e do orçamento disponível para utilização destes.

Toda a informação relacionada com os utilizadores (colaboradores, investigadores, alunos, professores, etc.), com os projectos (investigação, desenvolvimento, licenciatura, mestrado, doutoramento, etc.) e os projectos em que os utilizadores participam encontra-se armazenada no Sistema Matriz. Portanto, a integração deste sistema com a plataforma a desenvolver permite uma maior rentabilização das funcionalidades oferecidas por ambas as plataformas e o aumento da produtividade da sua utilização.

### **3.2. Estruturação Interna do Sistema**

Perante o cenário de utilização apresentado anteriormente, a plataforma atinge uma estrutura que conceptualizá-la apenas como uma aplicação *Web* não vai permitir atingir o máximo da sua potencialidade. Para atingir esta pretensão é necessário que o desenvolvimento e a implementação da plataforma seja estendida aos utilizadores e como estes a utilizam. Diante desta perspectiva abordar-se-á a concepção de um sistema, que deverá manter a pretensão inicial de ser integrado no Sistema Matriz em funcionamento no GSBL.

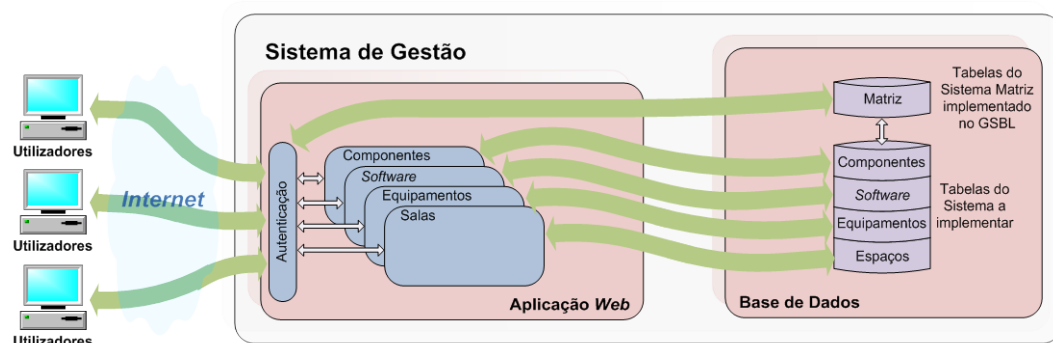
Dada a abrangência que o sistema pretende ter, verifica-se estar perante um sistema de elevada complexidade cuja conceptualização beneficiaria de uma abordagem segmentada, isto é, dividir o sistema em pequenos subsistemas mais simples e elementares. Uma divisão lógica do sistema consistiria numa separação que estaria em conformidade com os quatro principais grupos de recursos disponíveis: espaço; equipamentos; software e componentes/consumíveis (ver Figura 3.1).



**Figura 3.1** - Estruturação interna do sistema.

Na figura acima ilustra-se a divisão estruturada do sistema de gestão em subsistemas e como estes se interligam. Sem esta interligação não seria possível a correlação de registos entre os subsistemas que é importante para garantir a coerência de informação e indexação entre recurso e existências. Apesar da segmentação em subsistemas, a organização do sistema do ponto de vista exterior mantém a perspectiva de um sistema íntegro, não sendo transparentes as fragmentações internas, isto é, o utilizador usa o sistema como um todo e não individualmente cada subsistema.

Para poder realizar as tarefas pretendidas, o sistema deverá ser do tipo *Three-Tier* constituído por uma base de dados, uma aplicação *Web* funcionando como um interface para esta e um *browser* para a interacção com os utilizadores (ver secção 4.1.1). Por causa da divisão estabelecida acima, tanto a aplicação como a base de dados adquirem uma organização que salientam esta segmentação, obrigando a que a estrutura do sistema seja instituída como o da figura seguinte.



**Figura 3.2** - Influência da estrutura interna do sistema na arquitectura utilizada.

### 3.3. Requisitos Gerais do Sistema

A conceptualização deste sistema não seguiu um desenrolar convencional, onde normalmente são definidos requisitos e posteriormente desenvolvido e implementado o sistema de forma a satisfazer as exigências destes. Devido ao aumento gradual da percepção das necessidades de gestão e potencialidades do sistema, os requisitos estabelecidos foram sofrendo alterações que se adaptavam melhor às novas perspectivas que se verificavam ser possíveis e necessárias de abordar. Prova disso foi o caso do subsistema de gestão de *software* que não foi considerado inicialmente mas, devido à especificidade desse tipo de recurso, decidiu-se adicionar mais este subsistema, tendo acarretado com isso a formulação de novos requisitos e uma substancial alteração dos estabelecidos.

Paralelo a toda esta constante adaptação a novas realidades, estabeleceram-se os seguintes requisitos:

- **Requisitos Funcionais** - definem as funcionalidades que deverão ser implementadas para satisfazer as especificações definidas e garantir a eficácia e utilidade do sistema como uma ferramenta auxiliar de gestão;
- **Requisitos de Interligação e Compatibilidade** - definem as funcionalidades e os procedimentos a serem implementados de forma a garantirem a interligação com o Sistema Matriz do GSBL e os métodos adoptados para compatibilizar o interface de acesso com os programas disponíveis no mercado;
- **Requisitos de Usabilidade** - definem a organização e composição de métodos lógicos adoptados para proporcionarem um modo de uso acessível, simples e rápido do sistema;
- **Requisitos de Integridade, Privacidade e Segurança** - definem os procedimentos a adoptar e o tipo de estrutura a implementar de forma a garantir a coesão e integridade da informação armazenada para futura referencia, assim como os cuidados a ter no acesso à informação de forma a perseverar a privacidade e segurança da informação, do sistema e dos utilizadores;
- **Requisitos de Software e de Hardware** - não sendo requisitos essenciais para a concepção deste sistema, são fundamentais para a implementação deste, definindo

qual o *software* e *hardware* de suporte na hospedagem e execução do Sistema de Gestão, assim como todo o *software* necessário para o desenvolvimento e a implementação do sistema, sendo em consequência disso tomadas as medidas necessárias para garantir a total compatibilidade.

### 3.3.1. Requisitos Funcionais

As funcionalidades do sistema foram agrupadas em cinco áreas funcionais:

- **Administração** - nesta área estão reunidas as funcionalidades respeitantes as permissões atribuídas ao sistema e subsistemas, informações de utilização dos recursos por utilizador ou por projecto e as penalizações decorrentes de uma inadequada utilização;
- **Gestão de Salas** - esta área contém as funcionalidades relacionadas com o registo e a gestão da utilização dos espaços;
- **Gestão de Equipamentos** - é nesta área onde as funcionalidades de registos e de gestão da utilização de equipamentos são agrupadas;
- **Gestão de Software** - esta área engloba as funcionalidades que se encarregam do registo e gestão da utilização do *software*;
- **Gestão de Componentes/Consumíveis** - é a área onde estão as funcionalidades que lidam com a gestão de existências em armazém.

Tendo em atenção as características definidas para uma plataforma de apoio à gestão de laboratórios de investigação e de ensino (ver secções 2.1.1 e 2.2.1), a aplicação de princípios básicos de gestão e logística (ver secção 2.3) e as funcionalidades sugeridas e designadas pelos utilizadores e responsáveis dos laboratórios do GSBL, para cada uma das áreas funcionais acima abordadas, são definidos os requisitos funcionais descritos nas tabelas seguintes.

Ref.	Requisitos Funcionais da Administração
Ref. 1.1	Atribuição e alteração das permissões dos utilizadores para o acesso geral ao sistema.

Ref.	Requisitos Funcionais da Administração
Ref. 1.2	Atribuição e alteração das permissões dos utilizadores para a utilização das salas do subsistema Gestão de Salas.
Ref. 1.3	Atribuição e alteração das permissões dos utilizadores por categorias para a utilização de equipamentos do subsistema Gestão de Equipamentos.
Ref. 1.4	Atribuição e alteração das permissões dos utilizadores por categorias para a utilização de software do subsistema Gestão de Software.
Ref. 1.5	Atribuição e alteração das permissões dos utilizadores por categorias para a requisição de componentes e consumíveis do subsistema Gestão de Componentes/Consumíveis.
Ref. 1.6	Visualização por utilizador de todos os registos de calendarização, utilização e requisição, assim como todos os levantamentos e devoluções realizadas.
Ref. 1.7	Visualização de todos registos de calendarização, utilização e requisição por projectos.
Ref. 1.8	Visualização e Alteração de penalizações de utilização por utilizador.

**Tabela 3.1** - Requisitos funcionais da área Administração.

	Requisitos Funcionais da Gestão de Salas
Ref. 2.1	Introdução, alteração e listagem de departamentos.
Ref. 2.2	Catálogo de salas por departamento.
Ref. 2.3	Registo da data e do responsável por cada sala catalogada.
Ref. 2.4	Visualização e alteração das descrições de cada sala catalogada.
Ref. 2.5	Listagem geral ou por departamento das salas.
Ref. 2.6	Atribuição, alteração e visualização cronológica de supervisores responsáveis pela determinação da disponibilidade e do estado de funcionamento.
Ref. 2.7	Registo e visualização cronológica dos responsáveis pelos supervisores atribuídos.
Ref. 2.8	Modificação do estado de funcionamento dependendo da utilização.
Ref. 2.9	Registo e listagem cronológica dos responsáveis por cada alteração do estado.
Ref. 2.10	Visualização da disponibilidade para utilização e agendamento.
Ref. 2.11	Registo da utilização e calendarização de utilizações ou manutenções dentro de determinados motivos caracterizados e predefinidos.
Ref. 2.12	Registo cronológico dos utilizadores de cada utilização e calendarização para utilização ou manutenção.
Ref. 2.13	Envio de confirmações, alterações, cancelamentos e avisos por <i>e-mail</i> .
Ref. 2.14	Registo da associação de determinadas utilizações a projectos.

	<b>Requisitos Funcionais da Gestão de Salas</b>
Ref. 2.15	Registo cronológico do responsável pela disponibilização para utilização ou manutenção da sala.
Ref. 2.16	Registo cronológico do responsável pela recepção da sala utilizada ou que esteve em manutenção.
Ref. 2.17	Registo das condições de funcionamento na recepção da sala utilizada ou que esteve em manutenção.
Ref. 2.18	Registo dos utilizadores que procederam a uma devolução fora dos prazos estabelecidos ou uma utilização irresponsável.
Ref. 2.19	Listagem das utilizações ou manutenções calendarizadas, respectivas condições e estado de funcionamento.

**Tabela 3.2** - Requisitos funcionais da área Gestão de Salas.

<b>Ref.</b>	<b>Requisitos Funcionais da Gestão de Equipamentos</b>
Ref. 3.1	Introdução, alteração e listagem de categorias.
Ref. 3.2	Introdução, alteração e listagem de subcategorias por categorias.
Ref. 3.3	Introdução, alteração e listagem de descritores por subcategorias.
Ref. 3.4	Catologação de equipamentos por subcategorias.
Ref. 3.5	Registo da data e do responsável por cada equipamento catalogado.
Ref. 3.6	Visualização e alteração das descrições de cada equipamento.
Ref. 3.7	Listagem geral ou por subcategoria dos equipamentos.
Ref. 3.8	Atribuição, alteração e visualização cronológica de supervisores responsáveis pela determinação da disponibilidade e do estado de funcionamento.
Ref. 3.9	Registo e visualização cronológica dos responsáveis pelos supervisores atribuídos.
Ref. 3.10	Atribuição facultativa de permissões específicas para cada equipamento.
Ref. 3.11	Atribuição e registo de uma localização para permanência de cada equipamento.
Ref. 3.12	Registo cronológico do responsável por cada localização atribuída.
Ref. 3.13	Modificação do estado de funcionamento dependendo da utilização.
Ref. 3.14	Registo e listagem cronológica dos responsáveis por cada alteração do estado.
Ref. 3.15	Visualização da disponibilidade para utilização e agendamento.
Ref. 3.16	Registo da utilização e calendarização de utilizações ou manutenções dentro de determinados motivos caracterizados e predefinidos.
Ref. 3.17	Registo cronológico dos utilizadores de cada utilização e calendarização para utilização ou manutenção.
Ref. 3.18	Envio de confirmações, alterações, cancelamentos e avisos por <i>e-mail</i> .

Ref.	Requisitos Funcionais da Gestão de Equipamentos
Ref. 3.19	Registo da associação de determinadas utilizações a projectos.
Ref. 3.20	Registo cronológico do responsável pela disponibilização para utilização ou manutenção de equipamentos.
Ref. 3.21	Registo cronológico do responsável pela recepção do equipamento utilizado ou que esteve em manutenção.
Ref. 3.22	Registo das condições de funcionamento na recepção do equipamento utilizado ou que esteve em manutenção.
Ref. 3.23	Registo das manutenções efectuadas, qual o tipo de operação realizada, a data de deliberação e do responsável pela deliberação do estado do equipamento.
Ref. 3.24	Registo dos utilizadores que procederam a uma devolução fora dos prazos estabelecidos ou uma utilização irresponsável.
Ref. 3.25	Listagem das utilizações ou manutenções calendarizadas, respectivas condições e estado de funcionamento.

**Tabela 3.3** - Requisitos funcionais da área Gestão de Equipamentos.

Ref.	Requisitos Funcionais da Gestão de Software
Ref. 4.1	Introdução, alteração e listagem de categorias.
Ref. 4.2	Introdução, alteração e listagem de subcategorias por categorias.
Ref. 4.3	Introdução, alteração e listagem de descritores por subcategorias.
Ref. 4.4	Catálogo de <i>software</i> por subcategorias.
Ref. 4.5	Registo da data e do responsável por cada <i>software</i> catalogado.
Ref. 4.6	Visualização e alteração das descrições de cada <i>software</i> catalogado.
Ref. 4.7	Listagem geral ou por subcategoria do <i>software</i> .
Ref. 4.8	Atribuição, alteração e visualização cronológica de supervisores responsáveis pela determinação da disponibilidade e do estado de funcionamento.
Ref. 4.9	Registo cronológico dos responsáveis pelos supervisores atribuídos.
Ref. 4.10	Atribuição facultativa de permissões específicas para cada <i>software</i> .
Ref. 4.11	Atribuição e registo de equipamento para funcionamento exclusivo de um <i>software</i> .
Ref. 4.12	Registo da disponibilização de licenças de utilização para cada <i>software</i> .
Ref. 4.13	Registo da data e do responsável por cada licença de <i>software</i> disponibilizada.
Ref. 4.14	Atribuição e alteração de uma descrição e localização detalhada de cada suporte físico (CD, DVD, HD, etc.) do <i>software</i> disponibilizado.
Ref. 4.15	Registo da data e do responsável de activar ou desactivar a disponibilidade de suportes físicos do <i>software</i> .



Ref.	Requisitos Funcionais da Gestão de <i>Software</i>
Ref. 4.16	Atribuição e alteração de um equipamento informático para disponibilização dos suportes lógicos de <i>software</i> para descarregar.
Ref. 4.17	Registo da data e do responsável de activar ou desactivar a disponibilidade de suportes lógicos para descarregar de equipamento informático do <i>software</i> .
Ref. 4.18	Modificação do estado de funcionamento dependendo da utilização.
Ref. 4.19	Registo e listagem cronológica dos responsáveis por cada alteração do estado.
Ref. 4.20	Visualização da disponibilidade para utilização e agendamento.
Ref. 4.21	Registo da utilização e calendarização de utilizações dentro de determinados motivos caracterizados e predefinidos.
Ref. 4.22	Registo cronológico dos utilizadores de cada utilização e calendarização para utilização.
Ref. 4.23	Envio de confirmações, alterações, cancelamentos e avisos por <i>e-mail</i> .
Ref. 4.24	Registo da associação de determinadas utilizações a projectos.
Ref. 4.25	Registo cronológico do responsável pela disponibilização da licença por determinado tempo de validade para utilização do <i>software</i> .
Ref. 4.26	Registo cronológico do responsável pela disponibilização do suporte físico do <i>software</i> para utilização por determinado período de tempo.
Ref. 4.27	Registo cronológico do responsável pela recepção do suporte físico do <i>software</i> em utilização ou a utilizar.
Ref. 4.28	Registo dos utilizadores que procederam a uma devolução fora dos prazos estabelecidos dos suportes físicos cedidos ou por uma utilização irresponsável do <i>software</i> cuja licença foi cedida por um determinado período de tempo estabelecido.
Ref. 4.29	Listagem das utilizações de <i>software</i> calendarizadas, dos suportes físicos cedidos, respectivas condições e estado de funcionamento.

**Tabela 3.4** - Requisitos funcionais da área Gestão de *Software*.

Ref.	Requisitos Funcionais da Gestão de Componentes/Consumíveis
Ref. 5.1	Introdução, alteração e listagem de categorias.
Ref. 5.2	Introdução, alteração e listagem de subcategorias por categorias.
Ref. 5.3	Introdução, alteração e listagem de descritores por subcategorias.
Ref. 5.4	Inventariação dos componentes/consumíveis por subcategorias.
Ref. 5.5	Registo da data e do responsável por cada componente/consumível inventariado.

Ref.	Requisitos Funcionais da Gestão de Componentes/Consumíveis
Ref. 5.6	Visualização e alteração das descrições de cada componente/consumível inventariado.
Ref. 5.7	Listagem geral ou por subcategoria dos componentes/consumíveis.
Ref. 5.8	Atribuição, alteração e visualização cronológica de supervisores responsáveis pela determinação da disponibilidade e do estado de funcionamento.
Ref. 5.9	Registo cronológico dos responsáveis pelos supervisores atribuídos.
Ref. 5.10	Atribuição facultativa de permissões específicas para cada componente/consumível.
Ref. 5.11	Atribuição e alteração do armazém, da localização detalhada e da quantidade armazenada e disponível de cada componente/consumível.
Ref. 5.12	Modificação do estado de funcionamento dependendo da utilização.
Ref. 5.13	Registo e listagem cronológica dos responsáveis por cada alteração do estado.
Ref. 5.14	Registo dos levantamentos e pedidos de componentes/consumíveis dentro de determinados motivos caracterizados e predefinidos.
Ref. 5.15	Registo cronológico dos utilizadores de cada levantamento e pedido de componentes/consumíveis com as quantidades solicitadas e satisfeitas.
Ref. 5.16	Correspondência entre levantamentos e pedidos pendentes, com a informação de satisfação da totalidade ou parcial do pedido.
Ref. 5.17	Indicação dos levantamentos que possuem um prazo de utilização, para posterior devolução dos componentes/consumíveis.
Ref. 5.18	Registo da associação de determinados levantamentos a projectos.
Ref. 5.19	Listagem dos levantamentos e pedidos de componentes/consumíveis, respectivas condições e estado de disponibilidade.
Ref. 5.20	Registo das entradas e encomendas de componentes/consumíveis dentro de determinados motivos caracterizados e predefinidos.
Ref. 5.21	Registo cronológico dos utilizadores de cada entrada e encomenda de componentes/consumíveis com as quantidades solicitadas e satisfeitas.
Ref. 5.22	Correspondência entre entradas e encomendas pendentes, com a informação de satisfação da totalidade ou parcial da encomenda.
Ref. 5.23	Indicação das entradas referentes a levantamentos que possuíam um prazo de utilização para posterior devolução dos componentes/consumíveis.
Ref. 5.24	Registo da associação de determinadas entradas a projectos.
Ref. 5.25	Envio de confirmações, alterações, cancelamentos e avisos por <i>e-mail</i> .
Ref. 5.26	Listagem das entradas e encomendas de componentes/consumíveis, respectivas condições e estado de disponibilidade.

Ref.	Requisitos Funcionais da Gestão de Componentes/Consumíveis
Ref. 5.27	Registo dos levantamentos ou pedidos de componentes/consumíveis para manutenção de equipamentos com associação ao registo da operação de manutenção calendarizada.
Ref. 5.28	Registo dos utilizadores que não procederam a uma devolução dos componentes/consumíveis que possuíam um prazo de utilização ou pela realização de pedidos e levantamentos abusivos.

**Tabela 3.5** - Requisitos funcionais da área Gestão de Componentes/Consumíveis.

### 3.3.2. Requisitos de Interligação e Compatibilidade

Como foi referido anteriormente, os utilizadores do Sistema de Gestão serão pessoas que também são utilizadores no Sistema Matriz. Como no Sistema Matriz encontram-se todas as informações dos utilizadores e dos projectos em que o GSBL está envolvido, não faz sentido o sistema a desenvolver ter que possuir mecanismos para a inserção e gestão de utilizadores e projectos, quando estes encontram-se implementados e operacionais noutro sistema. Devido a estas duas razões e ao facto de que a integração destes dois sistemas possibilitar uma mais fácil e eficiente gestão de recursos, foi estabelecido como uma característica fundamental a integração do Sistema de Gestão no Sistema Matriz.

Estando-se perante um sistema que utiliza uma aplicação *Web* e como meio de acesso a *Internet*, mais particularmente a *WWW*, é imprescindível a utilização de programas designados de *browsers*. Para uma maior e diversificada acessibilidade é necessários garantir que exista compatibilidade entre a aplicação *Web* e o maior número possível de *browsers*.

Tendo em considerando os factos expostos anteriormente, a estrutura do sistema (ver secção 3.2) e as sugestões e especificações consideradas pelos utilizadores e responsáveis dos laboratórios do GSBL, são definidos na tabela em baixo os seguintes requisitos.

Ref.	Requisitos de Interligação e Compatibilidade
Ref. 6.1	Todas as informações relacionadas com os utilizadores (nome, título, endereço, contactos, etc.) e projectos (designação, acrónimos, descrições, actividade, etc.) provêm dos registos da Matriz.
Ref. 6.2	Os registos do Sistema de Gestão com informação provenientes da Matriz devem utilizar o mesmo modelo de registo da Matriz.
Ref. 6.3	A informação disponibilizada pelo Sistema de Gestão que tenha origem na Matriz deve manter a mesma formatação.
Ref. 6.4	O acesso aos registos da Matriz é efectuado através de dois e só dois pontos de interligação para obter informação dos utilizadores e dos projectos.
Ref. 6.5	O método de acesso aos registos da Matriz por parte do Sistema de Gestão deve ser similar ao utilizado pela Matriz para aceder aos registos.
Ref. 6.6	As tecnologias e técnicas utilizadas para a formatação da informação a visualizar da aplicação <i>Web</i> devem garantir compatibilidade absoluta com o <i>browser Microsoft Internet Explorer</i> na versão 6.0 e 7.0.
Ref. 6.7	As tecnologias e técnicas utilizadas para a formatação da informação a visualizar da aplicação <i>Web</i> devem garantir a possibilidade de utilizar (ainda que com algumas limitações) o <i>browser Microsoft Internet Explorer</i> de versões anteriores.
Ref. 6.8	As tecnologias e técnicas utilizadas para formatação da informação da aplicação <i>Web</i> devem garantir compatibilidade relativa com os vários <i>browsers</i> disponíveis no mercado, dos quais se destacam o <i>Mozilla Firefox</i> , <i>Google Chrome</i> , <i>Opera Browser</i> , <i>Apple Safari</i> .
Ref. 6.9	Não devem ser utilizados utilitários de terceiros a adicionar aos <i>browsers</i> de forma a visualizar a informação a disponibilizar pela aplicação <i>Web</i> .

Tabela 3.6 - Requisitos de interligação e compatibilidade do Sistema de Gestão.

### 3.3.3. Requisitos de Usabilidade

O Sistema de Gestão destina-se a ser uma ferramenta auxiliar na gestão de laboratórios, portanto uma usabilidade fluida, simples e eficiente é fundamental para que a utilização da aplicação de *Web* proporcione um apoio rápido e acessível aos utilizadores que dela usufruam. Visando atingir esse propósito, são definidos os seguintes requisitos de usabilidade.

Ref.	Requisitos de Usabilidade
Ref. 7.1	A aplicação <i>Web</i> tem que ser de uma utilização fluida, simples, para ser acessível por qualquer pessoa que a utilize, inclusive pessoas com poucos conhecimentos informáticos e com determinadas necessidades especiais.
Ref. 7.2	O desenho ( <i>layout</i> ) da aplicação <i>Web</i> tem de ser simples e sóbrio, adequado e adaptada ao tipo de utilização e utilizadores a que se dirige.
Ref. 7.3	A utilização da aplicação <i>Web</i> tem que proporcionar uma utilização eficiente e produtiva de forma a promover e incentivar a sua utilização.
Ref. 7.4	A concepção da aplicação <i>Web</i> tem que incluir uma estrutura que possibilite a disponibilização de versões em múltiplos idiomas. Contudo deverá ter por base o idioma Português.
Ref. 7.5	No desenho da aplicação <i>Web</i> , deverá existir o cuidado de sinalizar-se claramente as hiperligações e apresentar-se com o tamanho apropriado as imagens ou botões, demarcando-se uma mensagem descritiva do que está a visualizar-se ou das acções que podem despoletar.
Ref. 7.6	Sempre que uma acção dependente de dados fornecidos pelos utilizadores, através do preenchimento de um campo, não possa ser executada por falta ou erro de informação, deverá ser apresentada uma mensagem de erro a indicar a ocorrência.
Ref. 7.7	As operações a serem realizadas para executarem uma funcionalidade devem ser fácil de interpretar e executar, no entanto, sempre que necessário deve ser acrescentado tópicos que proporcionem ajuda adicional.
Ref. 7.8	Deverá ser disponibilizado um manual na própria aplicação <i>Web</i> ( <i>online</i> ) que explique a utilidade e exemplifique os procedimentos a realizar para a execução das funcionalidades disponíveis.

Tabela 3.7 - Requisitos de usabilidade do Sistema de Gestão.

### 3.3.4. Requisitos de Integridade, Privacidade e Segurança

A utilização do Sistema de Gestão gerará uma grande quantidade de registos com informação dos utilizadores intervenientes. Esses registos são imprescindíveis para garantir o uso da aplicação e permitirem efectuar consultas históricas sobre determinado recurso, utilizador, projecto, etc. Com a intenção de se estabelecerem os mecanismos necessários a garantirem uma integridade, privacidade e segurança dos registos, são definidos os seguintes requisitos.

Ref.	Requisitos de Integridade, Privacidade e Segurança
Ref. 8.1	Todos os acessos ao Sistema de Gestão e subsequentes subsistemas só são possíveis após a autenticação do utilizador por introdução de um identificador e uma palavra passe.
Ref. 8.2	As informações mais sensíveis ou cruciais ao sistema deverão ser codificadas para garantir a privacidade e segurança dos utilizadores e do sistema.
Ref. 8.3	O acesso de um utilizador a informações de outro utilizador está dependente do grau de responsabilidade das permissões que possui.
Ref. 8.4	O utilizador administrador é responsável pelos utilizadores e atribui permissões a estes de acordo com a responsabilidade estabelecida.
Ref. 8.5	O utilizador administrador é o responsável pelo funcionamento do Sistema de Gestão e pela atribuição de supervisores responsáveis pelos vários recursos disponíveis.
Ref. 8.6	O acesso aos vários registos do Sistema de Gestão na Base de Dados pelos utilizadores apenas é possível de ser efectuada através da aplicação <i>Web</i> .
Ref. 8.7	Deverão ser incluídos mecanismos que evitem acessos fraudulentos através de técnicas de ataques directas ou indirectas ( <i>script</i> , <i>phishing</i> , <i>exploit</i> , etc.)
Ref. 8.8	A aplicação deve ser concebida de forma a informação ser correcta e coerentemente registada garantindo a integridade desta.
Ref. 8.9	Todos os registos têm de ser permanentes não sendo possível proceder a remoção de registos passados de forma a garantir a correlação de registos e a incorruptibilidade da informação.

Tabela 3.8 - Requisitos de integridade, privacidade e segurança do Sistema de Gestão.

### 3.3.5. Requisitos de *Software* e *Hardware*

Nos Requisitos de Interligação e Compatibilidade (ver secção 3.3.2) foi estabelecido que o Sistema de Gestão seria integrado no Sistema Matriz e que deveria permitir uma acessibilidade o mais universal possível. Como consequência deste constrangimento, a tecnologia do sistema de suporte (*software* e *hardware*), aonde será efectuada a hospedagem/disponibilização do Sistema de Gestão, deverá garantir plena compatibilidade entre os dois sistemas e maior número possível de *browsers*.

A aplicação e utilização de determinado *software* e tecnologias é fundamental para o Sistema de Gestão verificar os Requisitos de Interligação e Compatibilidade e garantir um

funcionamento com o melhor desempenho possível. Devido a importância fundamental do *software* garantir requisitos do sistema, é apresentado de seguida uma tabela com requisitos dedicados ao *software* e *hardware*.

Ref.	Requisitos de <i>Software</i> e <i>Hardware</i>
Ref. 9.1	A aplicação de suporte à implementação dos registos do Sistema Gestão é uma base de dados cujo sistema de gestão de base de dados deverá ser compatível com o <i>software Microsoft SQL Server 2000</i> .
Ref. 9.2	A aplicação de suporte à implementação da aplicação <i>Web</i> do Sistema de Gestão deverá ser o <i>software</i> fornecedor de conteúdos <i>Microsoft Internet Information Service 6.0</i> .
Ref. 9.3	Ambos os <i>softwares</i> de suporte (ver Ref. 9.1 e 9.2) têm que estar instalados sobre o sistema operativo <i>Microsoft Windows Server 2003</i> .
Ref. 9.4	Ambos os <i>softwares</i> de suporte (ver Ref. 9.1 e 9.2) têm que proporcionar cópias de segurança ( <i>backups</i> ) dos dados do Sistema de Gestão de forma a garantir a salvaguarda de informação em situações de anomalias ou avarias do <i>hardware</i> de suporte.
Ref. 9.5	A tecnologia de suporte para o desenvolvimento e implementação da aplicação do lado do servidor (fornecedor de conteúdos), de forma a garantir a compatibilidade com o <i>software</i> de suporte disponível (ver Ref. 9.2), é a tecnologia <i>ASP</i> (formalmente <i>Active Server Pages</i> ) sobre a <i>Microsoft Framework 2.0</i> .
Ref. 9.6	A tecnologia de suporte para o desenvolvimento e implementação da aplicação do lado do cliente ( <i>browser</i> ), de forma a garantir que a formatação da informação a visualizar seja compatível com a maioria dos <i>browsers</i> disponível (ver Ref. 6.6, 6.7 e 6.8), é baseada na linguagem normalizada <i>HTML</i> e <i>XHTML</i> .
Ref. 9.7	O <i>hardware</i> de suporte deverá possuir os meios necessários para garantir um funcionamento redundante e acautelado, sendo que as especificações mínimas aconselhadas são as seguintes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Processador compatível com a norma <i>x86</i> com velocidade de relógio 1 <i>GHz</i>;</li> <li>• Memória <i>RAM</i> de 2 <i>GB</i>;</li> <li>• Sistema <i>RAID</i> de Disco rígido de pelo menos 160 <i>GB</i>;</li> <li>• Suporte de gravação de cópias de segurança (<i>DVD</i>, cassetes <i>DDS/AIT</i>, etc.);</li> <li>• Dupla fonte de alimentação;</li> <li>• Sistema de assistência na falha do fornecimento de energia (<i>UPS</i>);</li> </ul>

**Tabela 3.9** - Requisitos de *software* e *hardware* do Sistema de Gestão.

### 3.3.6. Aprovação e Dinâmica dos Requisitos

Apesar do grande apoio de pessoas com uma formação e experiência reconhecida e da análise e estudos realizados (ver capítulo 2), a definição dos requisitos evidenciou ser um trabalho árduo que sofreu constantes modificações ao longo do processo de desenvolvimento. A grande interação com o grupo piloto de utilizadores proporcionou o surgimento de novas ideias e soluções. Todo este processo apresentou uma dinâmica que de outra forma não levaria a abrangência dos requisitos estabelecidos.

Toda esta dinâmica na definição dos requisitos culminou na definição detalhada dos vários requisitos acima expostos, tendo-se tido sempre em mente o cumprimento das sugestões e recomendações apresentadas ou mesmo prescritas. Em consequência disso, foram prontamente validados os requisitos definidos pelos colaboradores, investigadores e responsáveis dos laboratórios do GSBL.

## 3.4. Perfil dos Utilizadores do Sistema.

Um dos requisitos definidos refere que os utilizadores do Sistema de Gestão só poderão aceder ao sistema mediante uma autenticação (Ref. 8.1 dos Requisitos de Integridade, Privacidade e Segurança, ver secção 3.3.4). A autenticação de um utilizador tem dois propósitos:

- **Manter um nível de segurança** - garantir que no sistema só entram pessoas registadas na Matriz, portanto pessoas que têm alguma ligação formal ao GSBL;
- **Atribuir permissões de utilização** - o utilizador é classificado segundo um perfil de permissões que definem qual o grau de autonomia atribuído para a utilização das funcionalidades disponíveis no Sistema de Gestão.

A atribuição de um perfil de permissões como definido nos requisitos (Ref. 8.3 dos Requisitos de Integridade, Privacidade e Segurança, ver secção 3.3.4), tem o grande benefício de promover, sem recorrer a mecanismos mais elaborados, os seguintes pontos:

- **Controlo** rigoroso dos recursos geridos pelo sistema de acordo com o perfil do utilizador;



- **Uso** mais restrito e seguro da aplicação *Web* de acordo com o perfil do utilizador;
- **Registo** da informação proveniente da utilização do sistema de uma forma mais organizada e focalizada a cada utilizador.

Para promover com sucesso os tópicos acima expostos, os utilizadores do sistema são associado a um perfil de utilização, que está dividido em cinco níveis de autorização:

- **Administrador** - nível de autorização que permite a administração do sistema, englobando todos os níveis de autorização abaixo deste;
- **Supervisor** - nível de autorização que permite a supervisão de recursos, englobando por sua vez os níveis de autorização abaixo;
- **Colaborador** - nível de autorização que permite movimentações (saída/entrada) de recursos e a realização de operações de manutenção, englobando os níveis de autorização abaixo deste;
- **Utilizador** - nível de autorização que permite agendar e utilizar os recursos que engloba o nível de autorização abaixo;
- **Participador** - nível de autorização que permite a visualização de descrições e disponibilidades dos recursos.

A cada perfil de utilizador serão associadas permissões que qualificarão qual o acesso permitido para esse nível de autorização na utilização do sistema. As permissões estão classificadas como:

- **Administração** - permite atribuir, alterar ou cancelar permissões de acesso ao sistema, de supervisão e de utilização dos recursos, também possibilita a criação e alteração de novas categorias e subcategorias da estrutura de catalogação dos recursos de cada subsistema;
- **Supervisão** - possibilita a introdução e alteração de recursos, a modificação do estado de funcionamento e do local de arrumação/armazenamento, assim como a alteração das permissões de utilização dos recursos pelo qual é responsabilizado;
- **Movimentação** - permite a autorização de todas as movimentações (saídas/entradas), agendar e realizar operações de manutenção para a inspecção, conservação e reparação dos recursos para o qual foi designado;

- **Utilização** - permite a consulta das descrições, do local de arrumação ou armazenamento e do estado de funcionamento de cada recurso, assim como o agendamento e a utilização dos recursos facultados;
- **Visualização** - possibilita a visualização das descrições e da disponibilidade dos recursos facultados.

A forma como o perfil de utilizador relaciona as permissões e o nível de autorização, está exemplificado na tabela seguinte.

<b>Autorizações</b> <b>Permissões</b>	<b>Administrador</b>	<b>Supervisor</b>	<b>Colaborador</b>	<b>Utilizador</b>	<b>Participador</b>
<b>Administração</b>	<b>X</b>				
<b>Supervisão</b>	<b>X</b>	<b>X</b>			
<b>Movimentação</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>		
<b>Utilização</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	
<b>Visualização</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>

**Tabela 3.10** - Relação entre o perfil de utilizador e as permissões de utilização.

Embora tenha sido definido que as permissões e a relação constituída na tabela anterior deverá manter-se estática, a estrutura da base de dados que suporta esta relação foi pensada e concebida para poder ser flexível e completamente reconfigurável (ver secção 4.2.1), possibilitando que sejam alteradas as designações das permissões e estabelecida qualquer relação com os níveis de autorização numa eventual evolução do sistema que justifique essa alteração.

### 3.5. Modelação do Sistema em *UML*

A conceptualização e desenvolvimento de um sistema baseado em *software* é uma tarefa que envolve várias pessoas e passa por muitas adaptações e actualizações. Se não se efectuar uma descrição detalhada de todas as funcionalidades e dos passos que têm de ser

efectuados para concretizar a execução destas, as pessoas intervenientes não compreenderão o funcionamento do sistema.

A aplicação de métodos orientados a objectos proporcionam uma grande flexibilidade, pois, ao permitir a abstracção de dados ou variáveis e facilitar o encapsulamento dos procedimentos, possibilita a realização de alterações, reutilizações e adaptações de componentes que propiciam uma maior dinâmica e agilidade no desenho de sistemas do que as metodologias funcionais. Aplicando uma metodologia com representação visual, a modelação do sistema por componentes adquire uma estrutura gráfica que evidencia qualquer alteração a realizar e reduz ambiguidades que possam surgir ao longo do processo de conceptualização. Para uma modelação visual a melhor linguagem a utilizar é o *UML*, não só por ser uma linguagem normalizada com uma ampla utilização universal (22), mas por possuir características que proporcionam uma modelação de sistemas mais simples e fácil de realizar. O *UML* distingue-se por especificar, visualizar e documentar modelos de sistemas de software, incluindo a sua estrutura e concepção, de uma forma que satisfaça todos os requisitos (23).

### **3.5.1. Descrição dos Actores**

Os actores são entidades externas (pessoas ou mecanismos) que o sistema não controla e que estimulam ou influenciam o funcionamento deste. No Sistema de Gestão os actores são utilizadores que se encontram registados no Sistema Matriz e aos quais são atribuídos níveis de autorização de acordo como os perfis de utilizador definidos anteriormente (ver secção 3.4).

Formalizando o enquadramento do perfil de utilizador na definição dos actores da modelação em *UML* do sistema, é apresentada na tabela seguinte uma descrição detalhada de cada actor.

Actores	Descrições
Administrador	<p>Actor responsável pela gestão global do sistema e dos recursos. Podem existir mais que um actor Administrador, partilhando desta forma a responsabilidade. Ao perfil deste actor estão atribuídas permissões destinadas à nomeação e destituição de supervisores, atribuição de permissões aos outros actores para o acesso ao sistema e a utilização dos recursos dos subsistemas, assim como a criação e alteração de categorias e subcategorias da estrutura de catalogação dos recursos (salas, equipamentos, <i>software</i> ou componentes/consumíveis) de cada subsistema. Acumulando com este perfil estão todas as permissões dos outros perfis de utilizador.</p>
Supervisor	<p>Actor responsável pela gestão de recursos do subsistema em que está inserido. Podem existir mais que um actor Supervisor, partilhando desta forma a responsabilidade. Ao perfil deste actor estão atribuídas permissões para visualizar categorias e subcategorias da estrutura de catalogação, assim como proceder à introdução de novos itens, consulta e alteração de descrições, estado de funcionamento, local de arrumação/armazenamento e alterar permissões de utilização por recursos (salas, equipamentos, <i>software</i> ou componentes/consumíveis). Neste perfil são acumuladas as permissões dos perfis do actor Colaborador, Utilizador e Participador.</p>
Colaborador	<p>Actor possuidor da responsabilidade de proceder à autorização das movimentações (saídas/entradas) e às manutenções e reparações dos recursos do subsistema em que se encontra associado. Podem existir mais que um actor Colaborador, partilhando desta forma a responsabilidade da tarefa. O perfil deste actor consiste em permissões para o registo de movimentações (saídas/entradas) e ao agendamento das operações de inspecção, manutenção e reparação dos recursos (salas, equipamentos, <i>software</i> ou componentes/consumíveis). Ao presente perfil acumulam-se as permissões dos perfis de Utilizador e Participador.</p>

Actores	Descrições
Utilizador	Actor com a possibilidade de consultar as descrições, o estado e proceder ao agendamento de recursos do subsistema em que está inserido. Podem existir tantos actores Utilizador quantos forem necessários. O perfil deste actor consiste em permissões destinadas à consulta das descrições, do estado de funcionamento, do local de arrumação/armazenamento, assim como proceder ao agendamento e utilização dos recursos (salas, equipamentos, software ou componentes/consumíveis) de acordo com motivos pré-definidos. Acumulando com este perfil estão as permissões do perfil do actor Participador.
Participador	Actor que apenas tem a possibilidade de consultar descrições e a disponibilidade dos recursos de cada subsistema a que está associado. Podem existir tantos actores Participador quantos forem necessários. O perfil deste actor consiste em permissões destinadas à consulta de descrições, do local de arrumação/armazenamento, do estado de funcionamento e da visualização de disponibilidade e utilização dos recursos (salas, equipamentos, <i>software</i> e componentes/consumíveis). Neste perfil não são acumuladas quaisquer permissões de outro perfil.

**Tabela 3.11** - Relação entre o perfil de utilizador e as permissões de utilização.

### 3.5.2. Modelo dos Casos de Utilização

A conceptualização de um sistema com este grau de complexidade beneficia com uma abordagem inicial mais abrangente e simplicista (perspectiva de alto nível), focando-se gradualmente numa descrição mais detalhada de cada caso de utilização (perspectiva de baixo nível).

Na abordagem mais abrangente (perspectiva de alto nível), recorrer-se aos diagramas de pacote (*Package Diagrams*), em que se salientam os subsistemas definidos e as dependências entre eles e com o Sistema Matriz. Posteriormente se pormenoriza o sistema nos diagramas de casos de utilização (*Use Case Diagrams*), que apresentam as funcionalidades do sistema do ponto de vista do utilizador, proporcionando também uma melhor compreensão da sua organização estrutural. Finalmente, para cada caso de

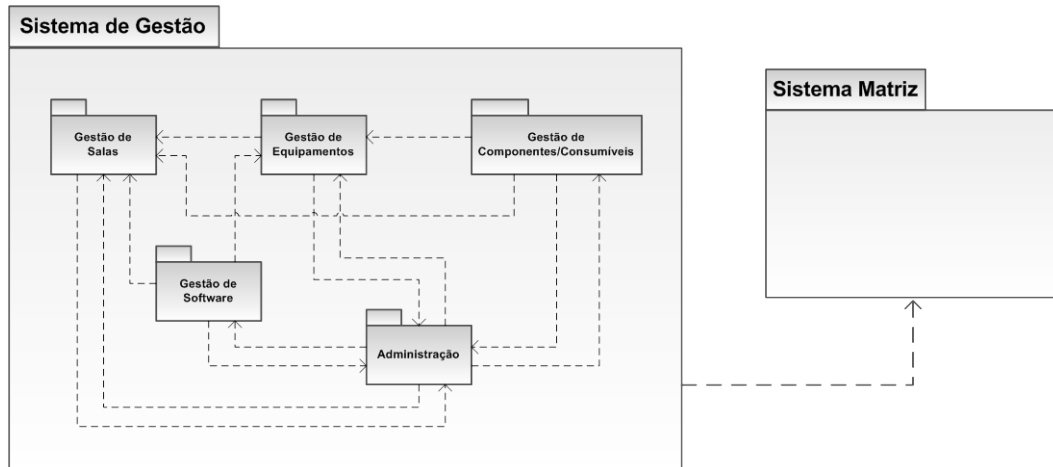
utilização, são descritas todas as sequências a serem executados (perspectiva de baixo nível), tanto através de uma descrição textual (*Textual Description*), como de diagramas de actividade (*Activity Diagram*).

### 3.5.2.1. Diagrama de Pacotes

Para a realização do diagrama de pacotes do Sistema de Gestão, foram agrupados em pacotes as áreas funcionais estabelecidas (ver secção 3.3.1) de acordo com a divisão em subsistemas efectuada para simplificação (ver secção 3.2), donde se obtiveram os seguintes pacotes:

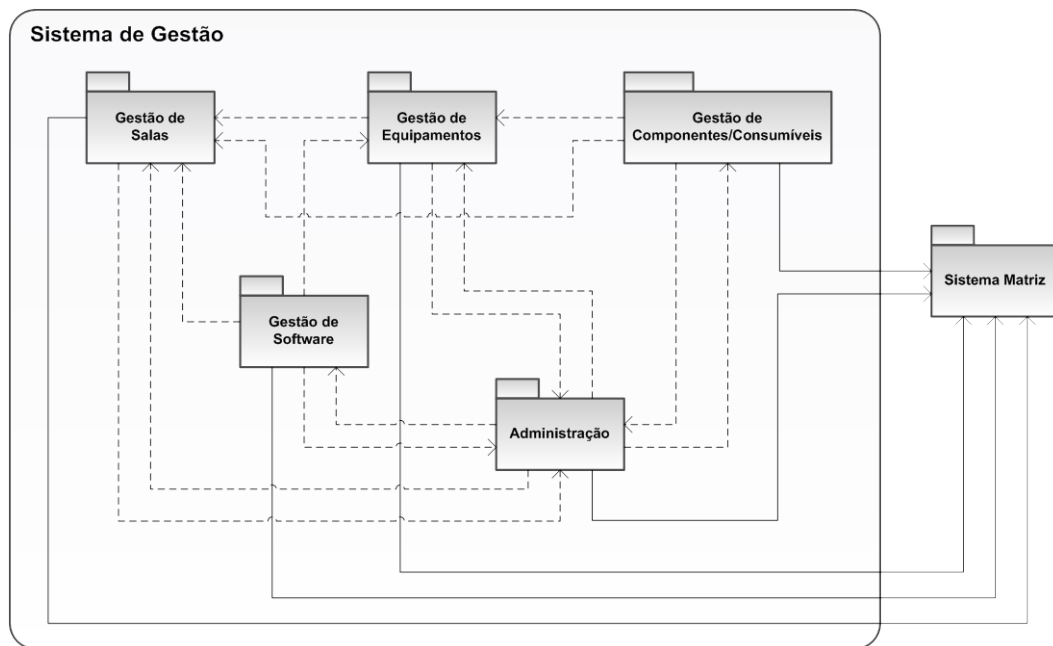
- **Pacote Administração** - engloba toda a matéria relacionada com a gestão dos subsistemas e do próprio Sistema de Gestão;
- **Pacote Gestão de Salas** - contém todos os assuntos referentes ao subsistema relacionado com a gestão das salas;
- **Pacote Gestão de Equipamentos** - envolve todo o conteúdo referente ao subsistema de gestão dos equipamentos;
- **Pacote Gestão de Software** - abrange os assuntos que influenciam o subsistema destinado à gestão do *software*;
- **Pacote Gestão de Componentes/Consumíveis** - engloba todo o conteúdo relacionado com o subsistema de gestão de componentes/consumíveis.

Os pacotes enunciados acima foram interligados de acordo com as dependências existentes entre estes e agrupados dentro do pacote do Sistema de Gestão, por sua vez ligado ao pacote do Sistema Matriz de forma a salientar a dependência que existe entre os dois sistemas. Na figura seguinte ilustra-se o diagrama de pacotes.



**Figura 3.3** - Diagrama de Pacotes do Sistema de Gestão e do Sistema Matriz.

Uma esquematização mais detalhada da dependência entre cada pacote do Sistema de Gestão e o pacote Sistema Matriz é apresentada na figura seguinte.



**Figura 3.4** - Diagrama de Pacotes com todas as dependências.

Os registos do Sistema Matriz são fundamentais para o funcionamento do Sistema de Gestão (Ref. 6.1 dos Requisitos de Interligação e Compatibilidade, ver secção 3.3.2). Devido a esta indispensável particularidade decidiu-se incluir o Sistema Matriz como um pacote funcional para salientar a dependência que existe entre os sistemas, visto que

efectuadas alterações no Sistema Matriz essas alterações se percutirão no Sistema de Gestão.

Apesar de fundamentais as informações de utilizadores (nome, título, endereço, contactos, etc.) e projectos (designação, acrónimos, descrições, actividade, etc.) registadas no Sistema Matriz, a partir do Sistema de Gestão não é possível aceder directamente esses dados. Sempre que for necessário alterar alguma informação utilizada no Sistema de Gestão cuja proveniência seja do Sistema Matriz, será necessário sair de um sistema para entrar no outro.

### **3.5.2.2. Diagrama de Casos de Utilização**

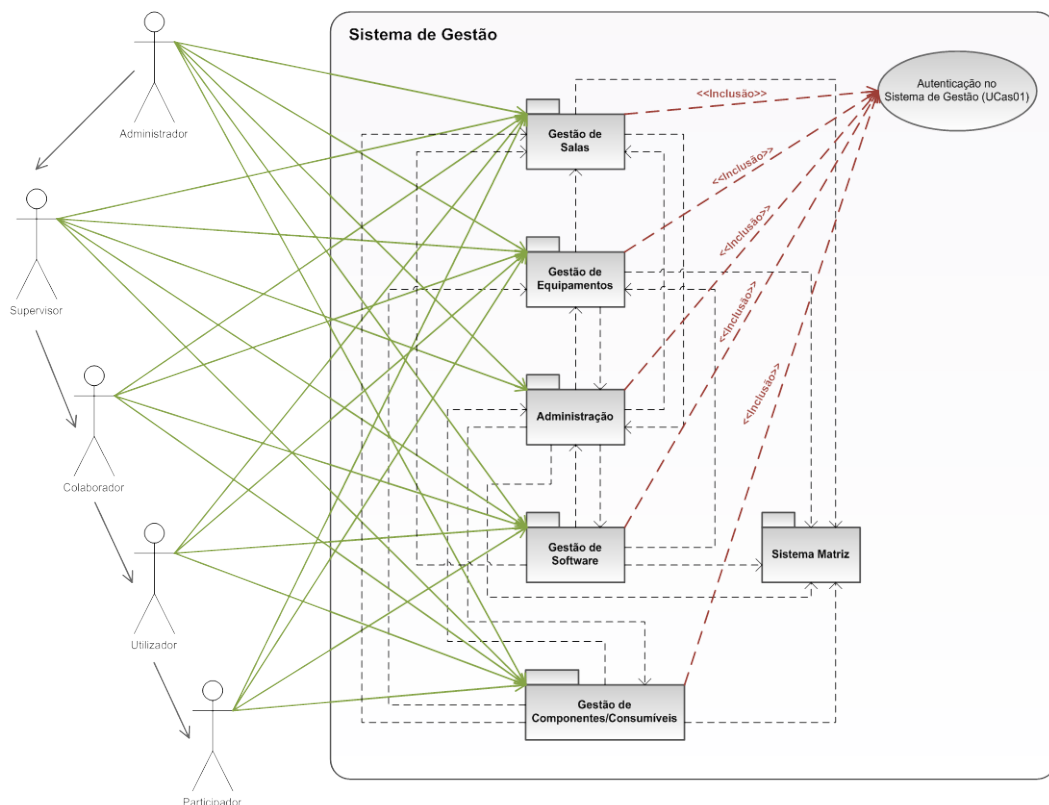
O Sistema de Gestão apresenta cinco pacotes. Devido a quatro desses pacotes conterem áreas funcionais que disponibilizam funcionalidades com acesso do mais baixo nível de autorização, serão acedidos por todos os actores. Apenas o pacote da área de administração, que envolve unicamente funcionalidades de administração, é que será exclusivamente acedido pelos actores Supervisor e Administrador.

Nos subcapítulos seguintes serão apresentados os diagramas de Casos de Utilização para cada pacote do Diagrama de Pacotes apresentado na secção anterior e do acesso geral ao Sistema de Gestão.



### 3.5.2.2.1. Acesso Geral ao Sistema

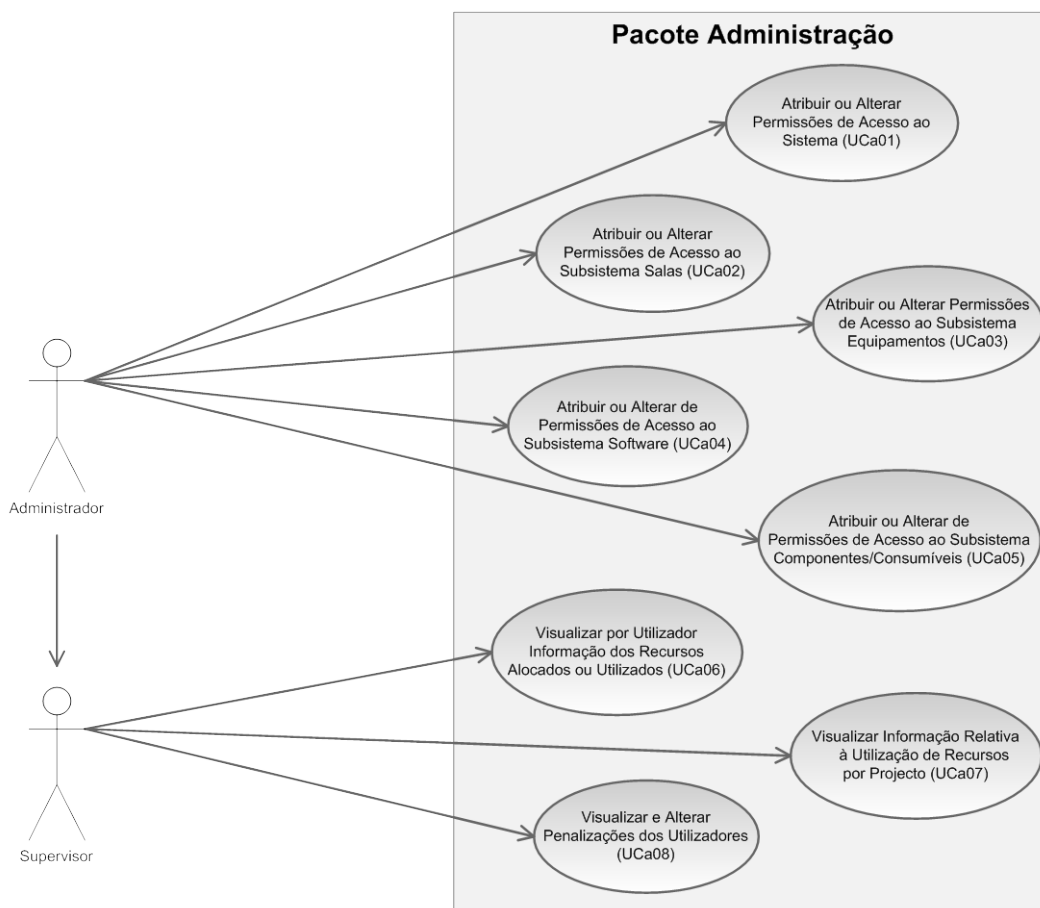
O acesso ao sistema através da autenticação é um dos requisitos de segurança mais importantes (Ref. 8.1 dos Requisitos de Integridade, Privacidade e Segurança, ver secção 3.3.4), obrigando a inclusão de um caso de utilização que será sempre invocado quando for efectuado o acesso aos subsistemas. O acesso ao sistema é o resultado do acesso aos subsistemas, no entanto, quando efectuada a autenticação no sistema é para todos os subsistemas. De seguida apresenta-se o diagrama de casos de utilização, que por motivos de simplificação, se recorreu aos pacotes descritivos de cada subsistema (ver Figura 3.4) e, para facilitar a visualização, coloriram-se todas as ligações dos actores para os pacotes a verde e as ligações dos pacotes dos subsistemas para o caso de utilização de autenticação (“Inclusão”) a vermelho.



**Figura 3.5** - Diagrama dos Casos de Utilização para Acesso ao Sistema.

### 3.5.2.2.2. Pacote Administração

O diagrama de casos de utilização para o pacote Administração é apresentado na figura seguinte.

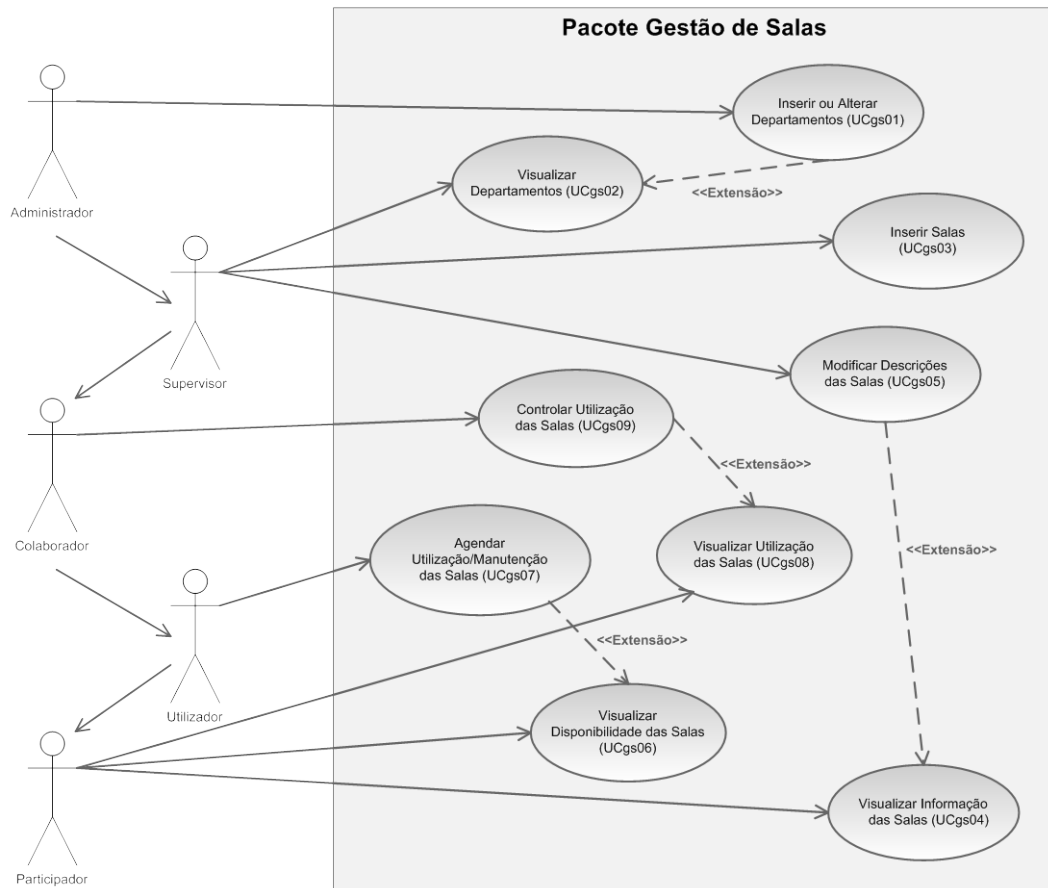


**Figura 3.6** - Diagrama dos Casos de Utilização do pacote Administração.

No pacote Administração o actor Supervisor tem acesso a funcionalidades que disponibilizam informações sobre os utilizadores, projectos e penalizações. O actor Administrador, para além de poder aceder às funcionalidades anteriores, também tem a possibilidade de atribuir ou alterar permissões aos utilizadores para o acesso ao sistema e aos subsistemas. Os restantes actores (Colaborador, Utilizador e Participador) não podem aceder a nenhuma das funcionalidades deste pacote.

### 3.5.2.2.3. Pacote Gestão de Salas

Para o pacote Gestão de Salas é apresentado a seguir o diagrama de casos de utilização.



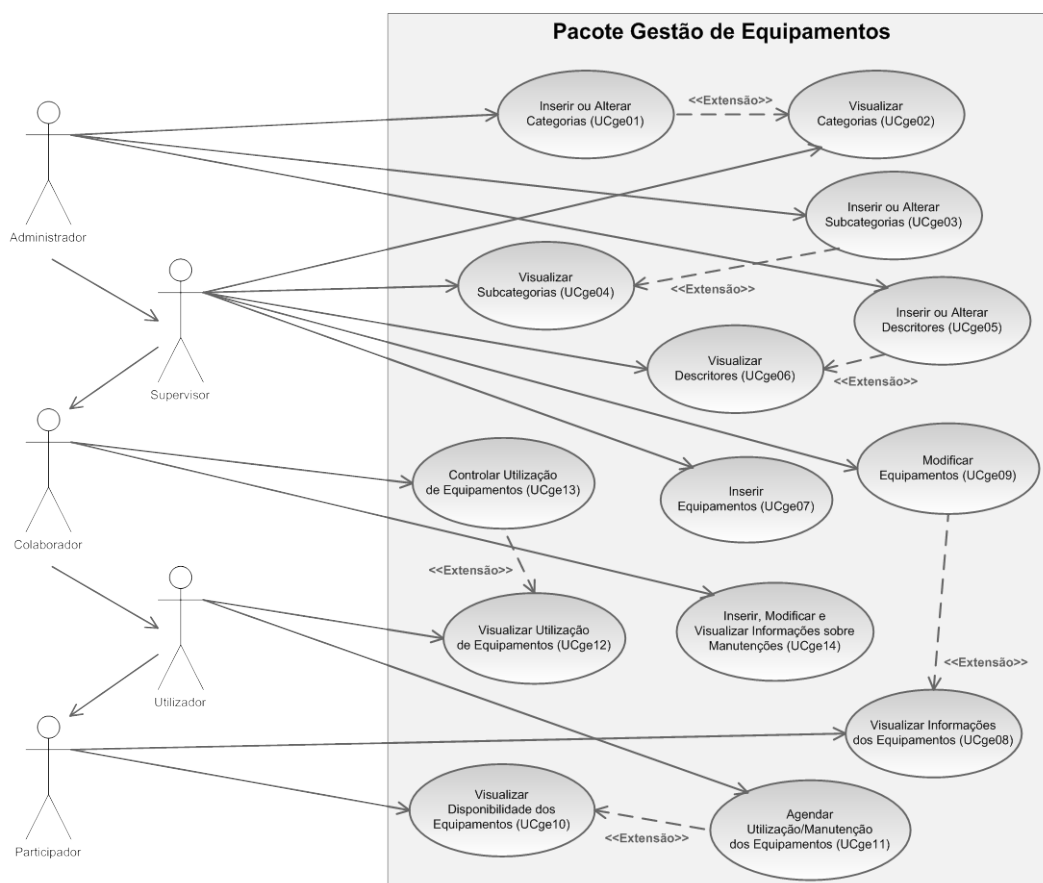
**Figura 3.7** - Diagrama dos Casos de Utilização do pacote Gestão de Salas.

No diagrama anterior é efectuado quatro extensões: a primeira está relacionada com visualização e introdução/alteração de departamentos; a segunda associa a visualização de disponibilidades e agendamentos de recursos; a terceira relaciona visualização e alteração de salas; a quarta conjuga a visualização e o controlo da utilização de recursos. Estas extensões poderiam ser evitadas, acrescentando-se casos de utilização dedicados para o efeito, no entanto, esta solução apresenta uma maior facilidade de utilização e compreensão.

De salientar que a relação directa que existe entre a hierarquia dos actores nos casos de utilização corresponde ao nível de autorização atribuído aos utilizadores do sistema. Por causa dessa hierarquização dos actores foram implementadas algumas restrições que originam situações como o caso em que o actor Participador pode visualizar as disponibilidades mas, apenas o actor Utilizador (e os outros actores hierarquicamente acima) é que pode proceder aos agendamentos. É por causa desta configuração que existem as extensões “Extensão” no diagrama acima ilustrado.

#### 3.5.2.2.4. Pacote Gestão de Equipamentos

Na figura seguinte apresenta-se o diagrama de casos de utilização para o pacote Gestão de Equipamentos.

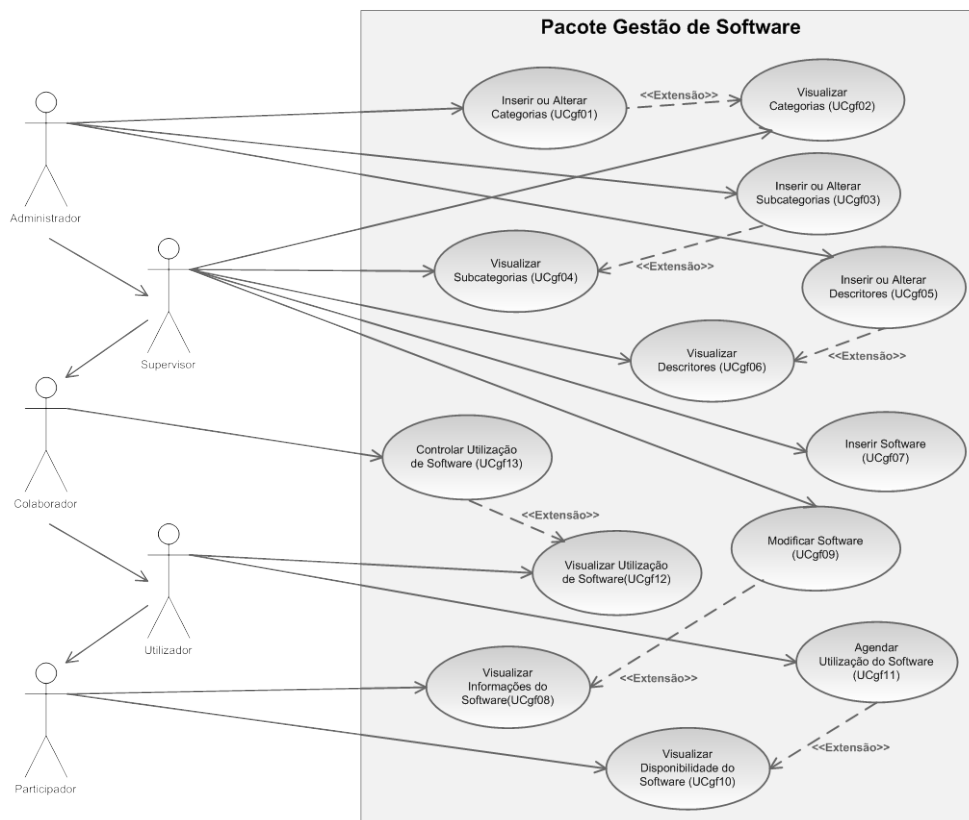


**Figura 3.8** - Diagrama dos Casos de Utilização do pacote Gestão de Equipamentos.

Analogamente ao diagrama da Figura 3.7, salienta-se a particularidade de se ter estendido alguns casos de utilização com “Extensão” a casos de utilização onde os actores com maior nível de autorização podem aceder, evitando-se desta forma uma estrutura maior e mais complexa. Dos casos de utilização mostrados no diagrama da figura acima, é importante referir os casos de utilização relacionados com a introdução e modificação de equipamentos e descrições relacionadas (UCge07 e UCge09), dado serem nestes que os equipamentos são associado às salas registadas, que são os locais de permanente utilização ou arrumação. É neste ponto que o subsistema de Gestão de Salas interliga-se com o subsistema Gestão de Equipamentos.

### 3.5.2.2.5. Pacote Gestão de Software

De seguida apresenta-se a figura com o diagrama dos casos de utilização para o pacote Gestão de Software, onde as particularidades de desenho dos diagramas anteriores, também são aplicadas neste diagrama.

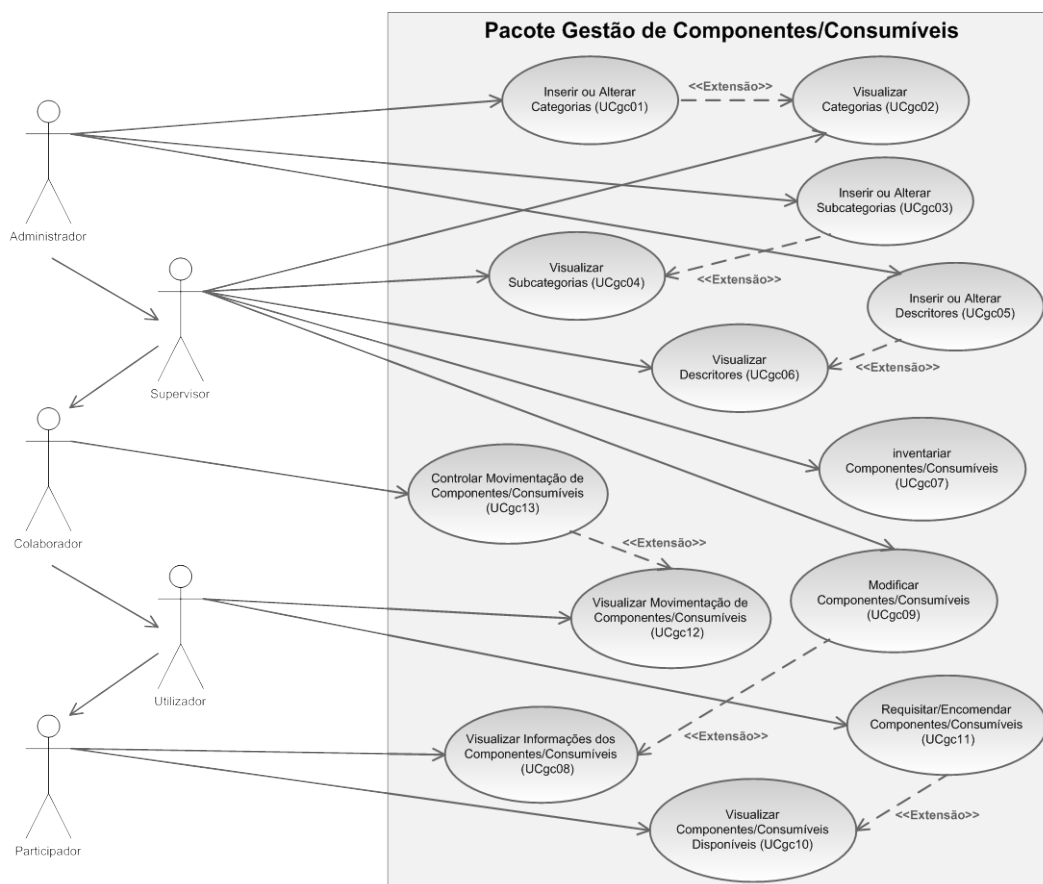


**Figura 3.9** - Diagrama dos Casos de Utilização do pacote Gestão de Software.

Como no subcapítulo anterior, é importante referir os casos de utilização para a introdução e modificação de *software* (UCgf07 e UCgf09), dado serem nestes casos de utilização que o *software* disponibilizado para *download* é associado ao equipamento destinado para esse efeito e aos suportes físicos (CD, DVD, etc.) para empréstimo são associados às salas onde estão guardados. É nesta parte do subsistema de Gestão de *Software* que interliga-se com o subsistema Gestão de Equipamentos e Gestão de Salas.

### 3.5.2.2.6. Pacote Gestão de Componentes/Consumíveis

Em seguimento com o que foi feito com os outros subsistemas e áreas funcionais, a seguir encontra-se uma figura com o diagrama de casos de utilização do pacote Gestão de Componentes/Consumíveis.



**Figura 3.10** - Diagrama do pacote Gestão de Componentes/Consumíveis.

A conceptualização idealizada para a gestão de componentes, consumíveis, etc., não pretende simplesmente facilitar a gestão de existências, mas proporcionar uma gestão rigorosa de todo o armazém, isto é, permitir um controlo mais elaborado da utilização dos vários materiais. Exemplo disso, a possibilidade de referenciar o equipamento para o qual foi solicitado consumíveis. Essa situação está contemplada no caso de utilização de Controlar Movimentações de Componentes/Consumíveis (UCgc13).

### 3.5.2.3. Descrição Textual e Diagramas de Actividade.

Através dos anteriores diagramas dos casos de utilização pode-se ilustrar como os actores interagem com o Sistema de Gestão, para acederem às funcionalidades implementadas. Entretanto, para definir e compreender com exactidão a sequência de acções necessárias a executarem as funcionalidades a que é destinado cada caso de utilização, se recorre à descrição textual e esquematização por diagramas de actividade. A descrição textual consiste em descrever textualmente um fluxo de eventos que proporcionarão resultados para os quais foram definidos os casos de utilização. O diagrama de actividade decompõe uma actividade num fluxo de controlo sequencial ou concorrencial, basicamente é um fluxograma em que é possível uma sequência concorrencial.

As descrições textuais e os diagramas de actividade efectuados na conceptualização do sistema são semelhantes ao empregado para o caso de utilização Autenticação no Sistema de Gestão (UCas01) apresentada de seguida e cuja página *Web* resultante é ilustrada na Figura 4.9 da página 93.

<b>Nome:</b>	<b>Autenticação no Sistema de Gestão (UCas01)</b>
<b>Descrição:</b>	Autenticação dos actores para aceder e utilizar o sistema
<b>Actores:</b>	Administrador, Supervisor, Colaborador, Utilizador, Participador.
<b>Pré-Condição:</b>	

<b>Nome:</b>	<b>Autenticação no Sistema de Gestão (UCas01)</b>
<b>Sequência Típica:</b>	1. O actor insere o E-mail, a Palavra-chave e pressiona no botão de Entrar para se autenticar no sistema; 2. Reencaminhar o actor para uma página de recepção e activar o menu de acesso aos subsistemas.
<b>Sequência Alternativa:</b>	A1. Falha a autenticação perante o sistema A7.1. É visualizada uma mensagem de erro; A7.2. É possibilitada nova oportunidade de autenticação.
<b>Extensões:</b>	
<b>Requisitos Especiais:</b>	Acesso efectuado através de um browser compatível.

Tabela 3.12 - Descrição Textual do caso de utilização referente à Autenticação.

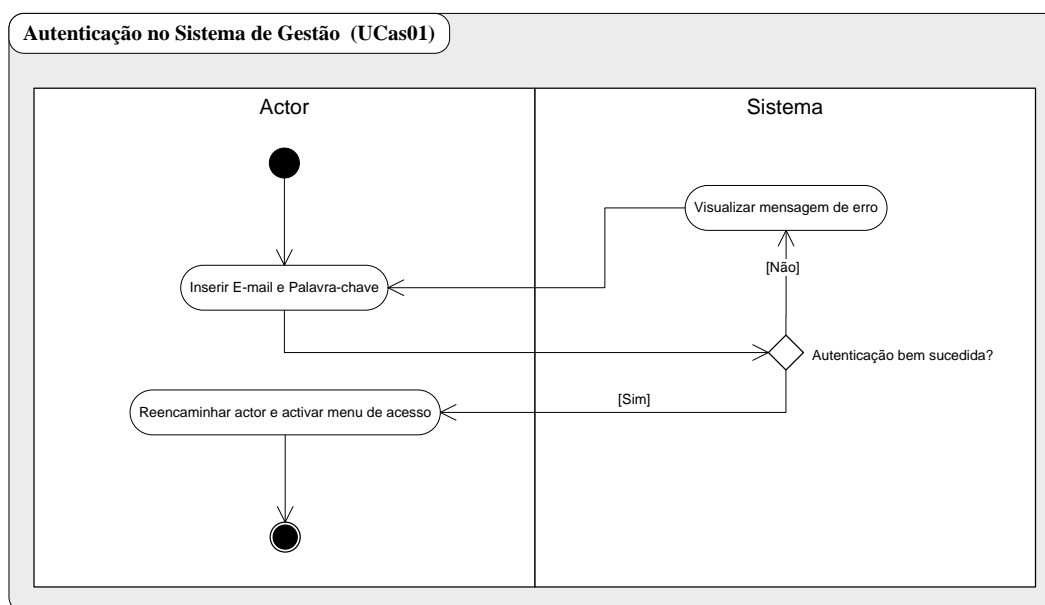


Figura 3.11 - Diagrama de Actividade do caso de utilização referente à Autenticação.

Em anexo (ver anexo A.1) encontram-se para as descrições textuais e os diagramas de actividade correspondentes a alguns casos de utilização definidos nos diagramas anteriores:

- Pacote Gestão de Salas (ver Figura 3.7, secção 3.5.2.2.3);
  - Visualizar Disponibilidade das Salas (UCgs06);
  - Agendar Utilização/Manutenção das Salas (UCgs07).



- Pacote Gestão de Equipamentos (ver Figura 3.8, secção 3.5.2.2.4);
  - Inserir ou Alterar Categorias (UCge01).
- Pacote Gestão de Software (ver Figura 3.9, secção 3.5.2.2.5);
  - Inserir ou Alterar Descritores (UCgf05).
- Pacote Gestão de Componentes/Consumíveis (ver Figura 3.10, secção 3.5.2.2.6).
  - Inserir ou Alterar Subcategorias (UCgc03).



## 4. Desenvolvimento e Implementação do Sistema

O desenvolvimento da plataforma está dividido em duas partes: na primeira parte, aborda-se o desenvolvimento da base de dados e quais os cuidados e critérios utilizados para a concretização desta; na segunda parte, apresentam-se as regras usadas para o desenvolvimento da aplicação *Web*. Para garantir que o desenvolvimento do Sistema de Gestão seja sólido e que não comprometa a integração com o Sistema Matriz, é realizado um planeamento tecnológico onde é apresentada a tecnologia que foi definida para ser utilizada e confirmado se esta é a tecnologia que melhor implementação e integração proporciona do sistema ou se seria de considerar outra alternativa, ainda que para isso fosse necessária adicionar mecanismos que garantissem a compatibilidade entre sistemas.

### 4.1. Planeamento Tecnológico e Arquitectural

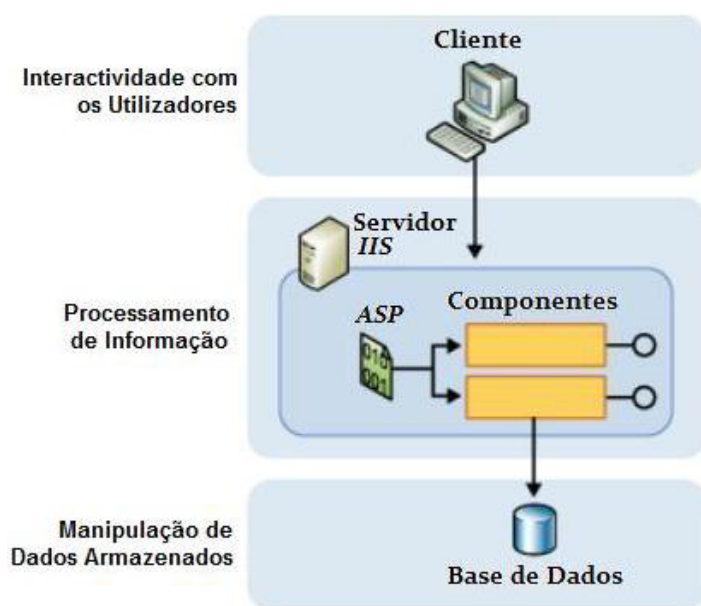
A implementação deste tipo de sistema pode ser efectuada de acordo com três tipos de configurações (24):

- **Single-Tier** - numa única aplicação é realizada a interactividade com os utilizadores, o processamento de informação e a manipulação dos dados armazenados;
- **Two-Tier** - numa aplicação é executada a interactividade com os utilizadores e o processamento de informação, noutra aplicação é efectuada a manipulação dos dados armazenados;
- **Three-Tier** - existe uma aplicação que realiza a interactividade com os utilizadores, outra aplicação que realiza o processamento de informação e uma terceira aplicação que precede a manipulação dos dados armazenados. Esta configuração é normalmente conhecida como **Cliente-Servidor**.

Devido aos requisitos definidos (Ref. 9.1 e Ref. 9.2 dos Requisitos de *Software* e *Hardware*, ver secção 3.3.5) serão utilizados para implementação e funcionamento do Sistema de Gestão o *software SQL Server* e o *Internet Information Service*, formalmente conhecido por *IIS*, para suporte da base de dados e os serviços *Internet* da aplicação *Web*

respectivamente. A utilização deste *software* promove a utilização de uma determinada tecnologia, também listada como um requisito (Ref. 9.5 de Requisitos de *Software* e *Hardware*, ver secção 3.3.5), que é consequência dos requisitos anteriores.

Essa tecnologia tem o nome *Active Server Pages*, usualmente conhecida por *ASP*, a qual consiste na capacidade das paginas *Web* poderem ser construídas dinamicamente no servidor de acordo com a interactividade com o cliente. Esta tecnologia tem a necessidade de ser sustentada por uma interface chamada *Framework*, cujo princípio de funcionamento consiste na abstracção do Sistema Operativo através da disponibilização aos utilizadores de um interface de programação, *API* (formalmente conhecido por *Application Programming Interface*), e de utilização uniforme. Associada a estas tecnologias está software que tem uma configuração da arquitectura de funcionamento do tipo *Three-Tier*, como se representa na figura em baixo.



**Figura 4.1** - Arquitectura dum sistema baseado na tecnologia ASP.  
(Fonte: *Designing Multi-Tier IIS Applications*, Microsoft)

Esta imposição tecnológica não foi consequência de caprichos ou obrigação de protocolos, mas a necessidade de rentabilizar investimentos realizados no passado. No entanto, caso fosse explicitamente fundamentado, poder-se-ia justificar embarcar por outro caminho. Uma opção que teria parcialmente um investimento nulo seria utilizar

alternativas em código aberto (*Open Source*), mais concretamente o *Apache* e o *MySQL*, respectivamente para suporte dos serviços *Internet* da aplicação *Web* e como sistema gestor da base de dados. Com a utilização do *software Apache* estaria pressuposto a utilização da tecnologia *Personal Home Page*, conhecida por *PHP* também baseada na filosofia de código aberto. Um dos problemas da utilização deste *software Open Source* seria a impossibilidade de se garantir a plena compatibilidade com o Sistema Matriz, que é um requisito de absoluta importância e fundamental para o Sistema de Gestão (Ref. 6.1 até Ref. 6.5 de Requisitos de Interligação e Compatibilidade, ver secção 3.3.2).

Perante este constrangimento da compatibilidade entre sistemas, o facto de o Sistema Matriz baseado em *ASP/IIS* e *SQL* se encontrar plenamente operacional e a possibilidade de se ter acesso sem custos adicionais ao software de desenvolvimento em tecnologia *ASP*, não se justifica prosseguir para o desenvolvimento e implementação do Sistema de Gestão noutras tecnologias de *software*. A consolidar esta decisão, está a comparação entre os dois serviços *Web* mais utilizados (25) (ver Tabela 4.1) e as duas bases de dados mais comuns (26) (ver Tabela 4.2), onde se conclui que perante estas circunstâncias, é mais prático e eficiente continuar com estas tecnologias para o desenvolvimento e implementação do Sistema de Gestão.

Tecnologia/Software Características	<i>ASP / IIS</i>	<i>PHP / Apache</i>
<b>Custo</b>	A utilização desta tecnologia é gratuita, no entanto, apenas é compatível com os SO <i>Windows</i> , que não são gratuitos e que elevam substancialmente o custo de instalação.	É uma tecnologia gratuita, que tem compatibilidade com qualquer SO, proporcionando desta forma um custo de instalação muito reduzido.
<b>Desempenho</b>	Como o <i>software</i> de suporte <i>IIS</i> só pode ser instalado em SO <i>Windows</i> , que para garantir compatibilidade histórica possui um complexo modo de funcionamento, tem um desempenho reduzido.	Dado o <i>software</i> de suporte <i>Apache</i> ter um funcionamento autónomo ao SO, possui um maior desempenho. Contudo, onde não é possível abstrair o SO (ex: SO <i>Windows</i> ) não é notório esse desempenho.
<b>Compatibilidade</b>	Apenas têm compatibilidade total com os SO <i>Windows</i> . Existe uma variante para <i>Linux</i> , mas com profundas limitações.	Tem compatibilidade total com uma larga gama de SO, tais como <i>Windows</i> , <i>Linux</i> , <i>Solaris</i> , etc.

<b>Tecnologia/Software</b> <b>Características</b>	<b>ASP / IIS</b>	<b>PHP / Apache</b>
<b>Linguagem de Programação</b>	As duas principais linguagens de programação são o <i>C#</i> e <i>Visual Basic</i> .	A linguagem de programação utilizada é <i>C++</i> .
<b>Conectividade com Bases de Dados</b>	Apesar de ser possível a conectividade com outras BD, é beneficiada a conectividade com o <i>SQL Server</i> .	É possível a conectividade com qualquer BD, existindo contudo profundas limitações com o <i>SQL Server</i> .
<b>Software de Desenvolvimento</b>	Obrigatoriedade em utilizar software da <i>Microsoft</i> , como o <i>Visual Studio</i> , que proporciona excelentes tutoriais, explicações e suporte externo. No entanto não é gratuito.	Grande variedade gratuita de <i>software</i> simples para desenho e programação, contudo, <i>software</i> mais elaborado e com suporte externo tem custos adicionais.

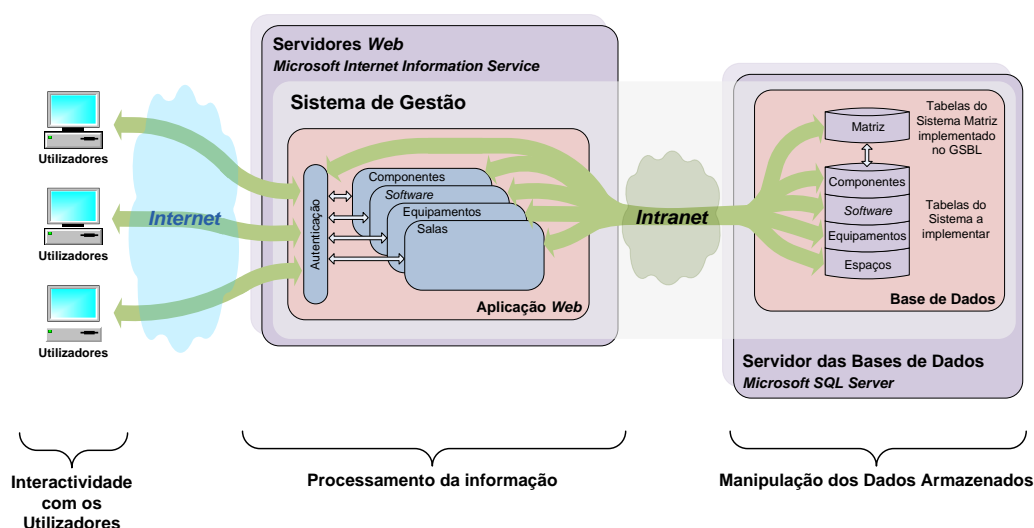
Tabela 4.1 - Comparação entre Tecnologias e *Software* de Servidores *Web*.

<b>Software</b> <b>Características</b>	<b>SQL</b>	<b>MySQL</b>
<b>Custo</b>	Este SGBD não é gratuito e só funciona em SO <i>Windows</i> , que não são gratuitos, o que elevam o custo de instalação.	É um SGBD gratuito, que tem compatibilidade com qualquer SO, proporcionando um custo de instalação muito reduzido.
<b>Desempenho</b>	Nas versões mais recentes deste software e para várias bases de dados a gerir simultaneamente, demonstrou ser o SGBD com melhor desempenho.	Com um conjunto reduzido de bases de dados a gerir e uma estrutura interna de tabelas simples, este SGBD possui um desempenho elevado.
<b>Usabilidade</b>	Interface com o utilizador extremamente fácil de utilizar quer por ambiente gráfico, quer através de programação por código.	Interface com o utilizador apenas por programação. Disponíveis utilitários para ambiente gráfico, mas com limitações e custos.
<b>Compatibilidade</b>	Apenas têm compatibilidade com os SO <i>Windows</i> .	É compatível com uma larga gama de SO, tais como <i>Windows</i> , <i>Linux</i> , <i>Solaris</i> , <i>HP-UX</i> , etc.
<b>Segurança</b>	Apresenta um elevado nível de segurança para qualquer tipo de utilização. Possibilita a inclusão de certificados de terceiros.	Tem algumas limitações de segurança para certos tipos de utilizações. Não possibilita incluir certificados de terceiros.
<b>Robustez</b>	Tem a possibilidade de realizar cópias de segurança e possui um elaborado e eficiente mecanismo de recuperação e duplicação de dados. Excelentes ligações entre as tabelas de uma base de dados.	Tem a capacidade de realizar cópias de segurança, contudo, é muito susceptível a ocorrência de erros com perda irrecuperável dos dados se o SO falhar. Lacunas nas ligações entre tabelas.

Tabela 4.2 - Comparação entre *Software* de Sistemas de Gestão de Bases de Dados.

### 4.1.1. Arquitectura Funcional do Sistema

Consolidadas as tecnologias propostas nos Requisitos de *Software* e *Hardware* (ver secção 3.3.5), em detrimento de outras alternativas possíveis apresentadas na secção anterior, a configuração arquitectónica que o sistema tem que ter será do tipo *Three-Tier*, o que vai ao encontro do tipo de configuração determinada em consequência da estrutura interna estabelecida anteriormente (ver secção 3.2). A arquitectura do sistema que mais eficientemente garante a integração entre o Sistema de Gestão e o Sistema Matriz e que melhor satisfaz os requisitos estabelecidos (ver secção 3.3) é apresentada a seguir.



**Figura 4.2** - Arquitectura interna do Sistema de Gestão.

Como se verifica na figura anterior, o Sistema de Gestão contém dois dos grupos que constituem a configuração do tipo *Three-Tier*: Processamento da Informação, efectuada através da aplicação Web, e Manipulação dos Dados Armazenados, recorrendo ao SGBD. A aplicação Web foi estruturada de forma a simplificar não só a concepção e desenvolvimento do sistema como aumentar a usabilidade desta. O SGBD utilizado pelo Sistema de Gestão é o mesmo que é utilizado pelo Sistema Matriz, tendo-se procedido a uma integração estruturada das tabelas do Sistema de Gestão para que não interferissem com as tabelas da base de dados já implementadas e que não fossem expostas às vulnerabilidades existentes no Sistema Matriz.

A separação física entre o servidor *IIS*, de suporte à aplicação *Web*, e o servidor *SQL Server*, com o *SGBD*, não era estritamente necessária. Contudo, como se encontrava já estabelecida esta configuração no Sistema Matriz e auxilia a evitar acessos fraudulentos e a perseverar a integridade da base de dados do Sistema de Gestão, se prosseguiu com esta arquitectura. Também esta configuração permite reforçar os mecanismos aplicados para satisfazer os Requisitos de Integridade, Privacidade e Segurança (ver secção 3.3.4).

#### **4.1.2. Designação do sistema de SIGLa**

No subcapítulo Estruturação Interna do Sistema (ver secção 3.2) a plataforma a conceptualizar, desenvolver e implementar foi abordada para além de uma simples ferramenta, expandindo a sua importância a um sistema de informação e assim alargar a abrangência da plataforma aos recursos disponíveis e as pessoas intervenientes. Essa ideologia conduziu a que o sistema fosse designado como Sistema de Gestão (resultado do mais básico da sua utilização ser a gestão de recursos), no entanto, devido a sua especialização na gestão de recursos laboratoriais procedeu-se à renomeação desta como Sistema Integrado de Gestão Laboratorial, em acrónimo SIGLa. Com esta renomeação espera-se que este trabalho adquira uma imagem mais formal e ampla perante as pessoas que venham a utilizar este sistema.

### **4.2. Desenvolvimento da Bases de Dados**

A concepção e desenho da base de dados é das principais tarefas a realizar na implementação e desenvolvimento do SIGLa, nela serão efectuados e guardados todos os registos realizados. Deve existir um particular destaque na elaboração da base de dados, de modo a evitar o risco de menosprezar ou salvaguardar informação redundante. Como a informação é registada em tabelas de acordo com atributos classificados por tipo e descrição, para garantir a coerência da informação, as tabelas estão relacionadas entre si, desta forma podem ser drasticamente reduzidos erros e perda de registos. Consequentemente, também é necessário um cuidado especial com as relações entre tabelas para se evitar ligações redundantes.



Tendo por base os requisitos funcionais estabelecidos (ver secção 3.3.1), o desenho da base de dados teve em atenção os seguintes pontos:

- Em todas as operações de inserção e modificação relacionada com os recursos (por ex: inserir, alterar estado de funcionamento, efectuar agendamentos, dar entrada ou saída, etc.), devem registar-se os utilizadores intervenientes e as datas em que foram realizadas essas operações nas tabelas correspondentes na base de dados;
- As tabelas da base de dados devem ser organizadas de forma a permitir uma grande flexibilidade de vários tipos de recursos (ver secção 2.2) dentro do respectivo subsistema sem ser necessário um elevado número de tabelas, por exemplo, no subsistema Gestão de Equipamentos deve ser possível introduzir qualquer tipo de equipamento (osciloscópios, computadores, multímetros, etc.) sem que para isso tenha que existir uma tabela de descritores para cada tipo de equipamento. Esta situação seria insuportável dada a grande variedade de recursos (equipamentos, software, componentes/consumíveis, salas) que levaria a uma grande complexidade da base de dados, não possibilitando uma abrangência dinâmica, essencial para a adaptação a novos tipos de recursos que possam surgir no futuro;
- Uma coerência e correcta correlação de registos entre os vários subsistemas é fundamental para o eficiente funcionamento do sistema, exemplo disso é o caso do subsistema Gestão de Componentes/Consumíveis, onde nas saídas de consumíveis é possível associar o equipamento para o qual determinado consumível foi requisitado. Para isso é muito importante que as relações entre tabelas sejam estabelecida de forma cuidadosa e criteriosa a fim de evitar relações redundantes. Os atributos das tabelas também devem ser classificados para o tipo de dados a que se destinam e o consentimento de introduzir-se valores nulos deve ser cuidadosamente assentido;
- As tabelas devem ser concebidas de uma forma organizada e estruturada que permitam futuras expansões e actualizações a novas realidades;
- A informação dos utilizadores (nome, endereço, contactos, *login*, *password*, etc.) registados no Sistema Matriz é muito importante para o correcto funcionamento do SIGLa. Essa informação encontra-se formatada e guardada numa base de dados, de acordo com o formato que melhor satisfaz os requisitos definidos quando do

desenvolvimento do Sistema Matriz. Devido a esse formato entretanto definido, houve uma preocupação relevante de estabelecer um método que permitisse a partilha da informação guarda na base de dados do Sistema Matriz sem que a integridade desta fosse posta em causa.

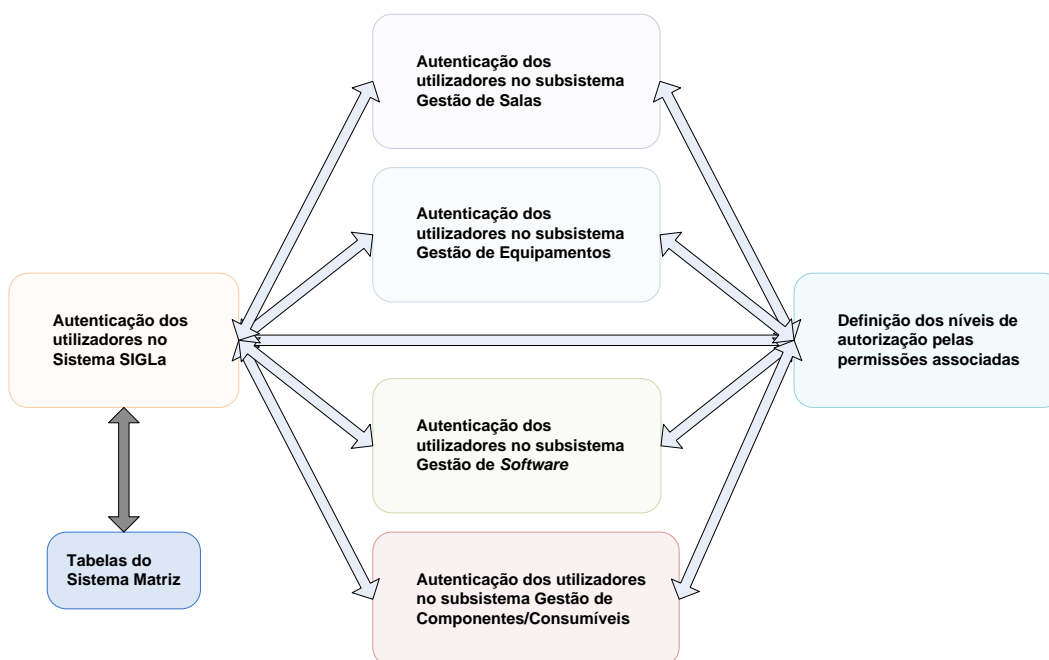
Apesar das tabelas necessárias para o funcionamento do sistema encontrarem-se numa só base de dados, como se pretende seguir a disposição interna do sistema anteriormente definida (ver secção 3.2) e salientar a estrutura de permissões usada, as tabelas foram organizadas e esquematizadas em diagramas de relações de acordo com a seguinte disposição:

- **Autenticação dos Actores** - onde estão agrupadas todas as tabelas concernentes a autenticação dos actores perante o sistema e cada um dos subsistemas;
- **Subsistema de Gestão de Salas** - onde estão reunidas as tabelas pertencentes às salas, incluído a tabela de correlação com os equipamentos alocados ou acomodados em determinadas salas;
- **Subsistema de Gestão de Equipamentos** - onde estão agregadas as tabelas referentes aos equipamentos, incluído a tabela que correlaciona equipamentos com salas e *software*;
- **Subsistema de Gestão de Software** - onde estão agrupadas as tabelas relativas ao *software*, incluído a tabela que correlaciona software com os equipamentos onde estão instalados;
- **Subsistema de Gestão de Componentes/Consumíveis** - onde estão agrupadas as tabelas relacionadas com Componentes/Consumíveis, incluindo a tabela que correlaciona o consumível requisitado com o equipamento a que se destina.

Nas secções seguintes serão ilustrados os diagramas em cima enumerados, em que foi efectuada uma organização que permitisse uma maior facilidade de interpretação e análise da base de dados. Portanto, para uma representação mais clara da estrutura da base de dados, as tabelas estão agrupadas em blocos pelas funções em que são inseridas e foram salientadas as ligações com as tabelas externas ao subsistema (como o caso das ligações às tabelas do Sistema Matriz).

### 4.2.1. Autenticação dos Actores no Sistema de Gestão

Na figura seguinte encontra-se o diagrama simplificado da estrutura da base de dados para a autenticação dos actores no SIGLa. Para uma visualização detalhada deste diagrama com todas as tabelas e suas ligações, consultar a Figura A.6 no anexo Diagrama de Relações da Base de Dados (ver anexo A.2).



**Figura 4.3** - Estrutura da Autenticação.

No diagrama acima existem quatro blocos destinados a conter a informação da autenticação nos subsistemas e um bloco que, para além da informação de autenticação no sistema, funciona como interface entre a tabela principal com os registos dos utilizadores do Sistema Matriz e o SIGLa. A informação descritiva dos utilizadores (nome, endereço, contactos, *login*, *password*, etc.) encontra-se toda no Sistema Matriz, pelo que fazer referência desta nas tabelas obrigava a que houvesse muitas ligações entre os dois sistemas tornando uma posterior migração para outro sistema muito complicado ou mesmo impossível devido a tantas interligações (ver secção abaixo). Para além dos blocos de autenticação anteriormente referidos, existe um bloco que contem a informação dos níveis de autorização atribuída ao perfil de utilização a conceder aos actores registados no SIGLa.

A possibilidade de utilização dos variados recursos disponíveis e a flexibilidade que o sistema comporta, obriga a existência de mecanismos que permitam atribuir níveis de autorização (ver secção 3.5.1), tanto globalmente como particularmente. Portanto, é necessária a existência de precedências entre as autorizações atribuídas. Os níveis de precedência definidos são os seguintes:

- **Autenticação no sistema** - o actor ao identificar-se perante o sistema o nível de autenticação associado a este é transposta, por defeito, a todos os subsistemas e recursos referentes;
- **Autenticação por categorias em cada subsistema** - os actores herdam do sistema os níveis de autorização definido, contudo, caso sejam atribuídas a uma categoria um nível de autorização diferente, este sobrepõe-se ao nível de autorização herdado. Ao contrário dos outros subsistemas, a autenticação por categorias não é possível no subsistema Gestão de Salas, em consequência de não terem sido definidas categorias;
- **Autenticação por recurso em cada subsistema** - para além do nível de autorização herdado do sistema e do possível, mas facultativo, nível de autenticação atribuído por categoria, que sobrepõe-se ao anterior, é possível atribuir um nível de autorização exclusivamente ao recurso em questão, caso tenha sido atribuído, se sobreporá aos anteriores.

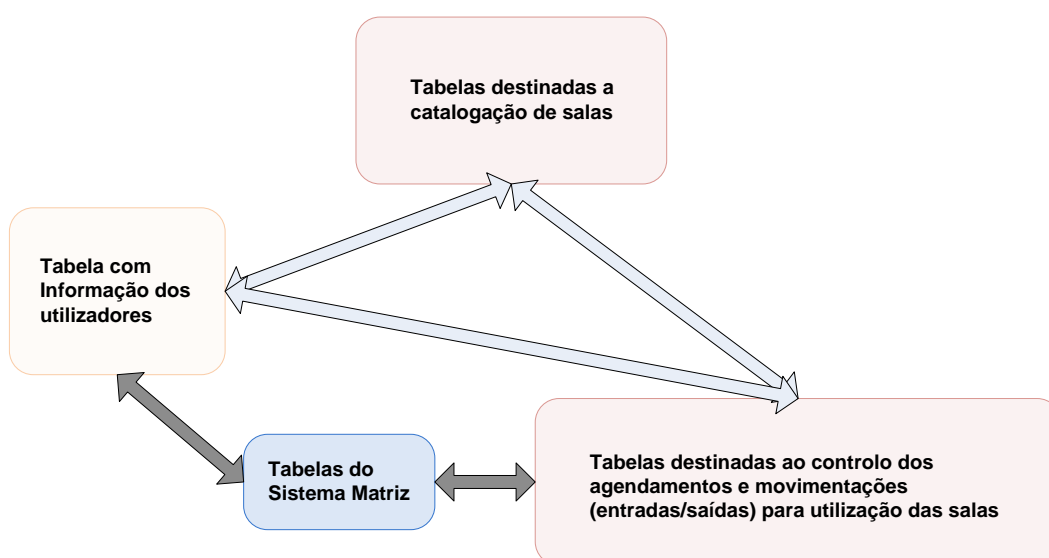
Pelo exposto anteriormente, depois de um actor autenticar-se no SIGLa, a utilização de um determinado recurso dos subsistemas é permitida tendo por base a seguinte precedência dos níveis de autorização:

1. Verifica a atribuição de autorização ao recurso (equipamento, sala, *software*, etc.) e em consequência desta possibilita ou não a sua utilização. Na ausência desta aplica a autorização de precedência inferior (que é a autorização do ponto seguinte);
2. Confirma se foi atribuída uma autorização à categoria do subsistema e em resultado desta faculta ou não a utilização do recurso (equipamentos, *software*, componentes, etc.). Na ausência desta aplica a autorização de precedência inferior (que é a autorização do ponto seguinte);

3. De acordo com a autorização atribuída ao SIGLa, permite ou não a utilização do recurso (equipamentos, salas, *software*, componentes/consumíveis).

#### 4.2.2. Subsistema Gestão de Salas

Na figura seguinte encontra-se o diagrama simplificado da estrutura do subsistema de Gestão das Salas. A versão detalhada desta figura encontra-se na Figura A.7 do anexo Diagrama de Relações da Base de Dados (ver anexo A.2).

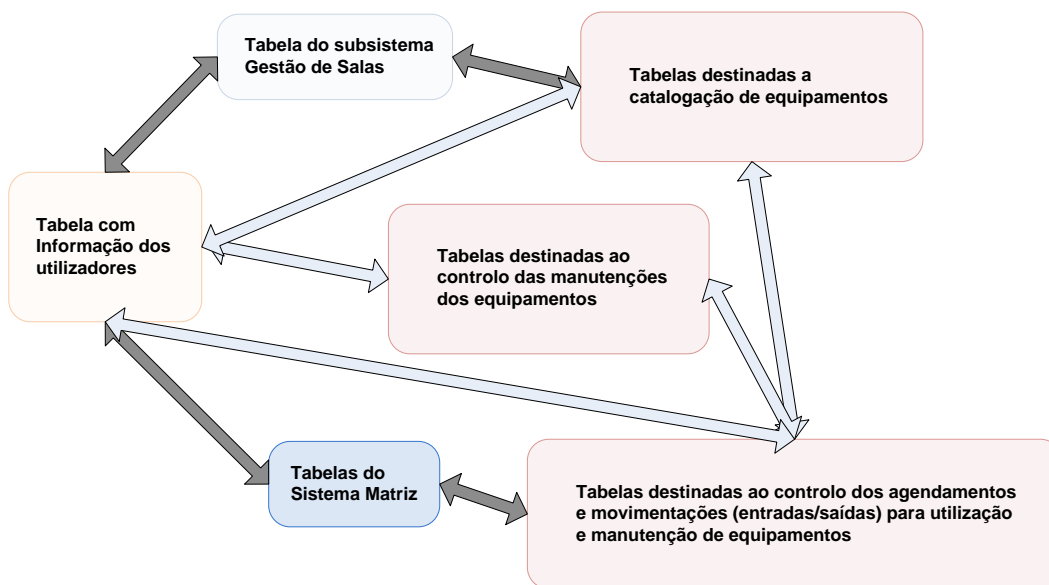


**Figura 4.4** - Estrutura do subsistema Gestão de Salas.

A estrutura das tabelas ilustradas no diagrama anterior foi organizada em dois blocos principais. Um dos blocos destina-se à catalogação de salas, onde encontram-se as tabelas com as informações dos estados, dos supervisores, em que departamento está inserido, etc. O outro bloco dirige-se à gestão das operações de agendamento para utilização e manutenção, informação das condições em que as salas se encontram no final da utilização e no registo de utilizadores faltosos. Existem duas ligações com o Sistema Matriz (referenciado como um bloco) destinadas a obter informação dos utilizadores e dos projectos intervenientes.

### 4.2.3. Subsistema Gestão de Equipamentos

O diagrama simplificado com a estrutura do subsistema de Gestão de Equipamentos é ilustrado na figura seguinte. Uma versão detalhada desta figura, com todas as tabelas e ligações entre estas, encontra-se na Figura A.8 em anexo (ver anexo A.2).

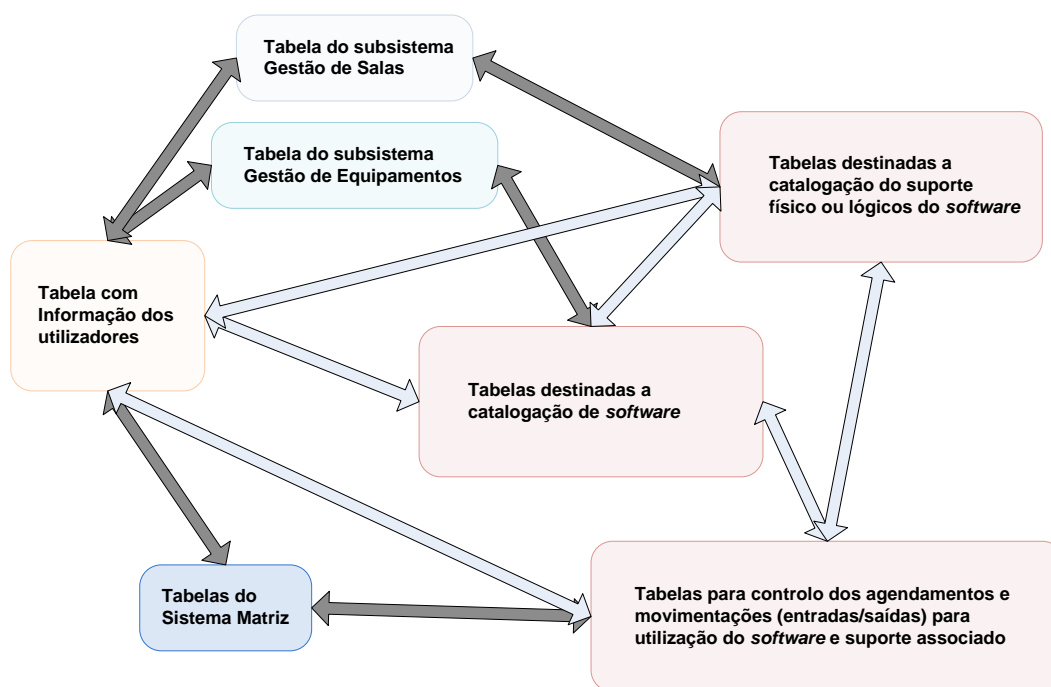


**Figura 4.5** - Estrutura do subsistema Gestão de Equipamentos.

Na figura acima as tabelas foram agrupadas por blocos. Três dos blocos são destinados à tarefa de catalogação, por categorias com o registo dos supervisores, estado de funcionamento, localização, permissões específicas, etc., à tarefa de agendamento e utilização, com o registo das condições de funcionamento, dos utilizadores irresponsáveis e dos projectos a que poderão destinar-se as utilizações, e por último, à tarefa de manutenção dos equipamentos. Existem também dois blocos externos ao subsistema, um que fornecem a informação dos utilizadores e outro que fornece a informação das salas onde os equipamentos estão localizados, tanto permanentemente por utilização exclusiva ou para acondicionamento para futura utilização.

#### 4.2.4. Subsistema Gestão de *Software*

O diagrama de relações simplificado do subsistema de Gestão de *Software* é ilustrado na figura seguinte. Para uma visualização de todos os detalhes desta figura, deverá ser consultado a Figura A.9 que encontra-se em anexo (ver anexo A.2).

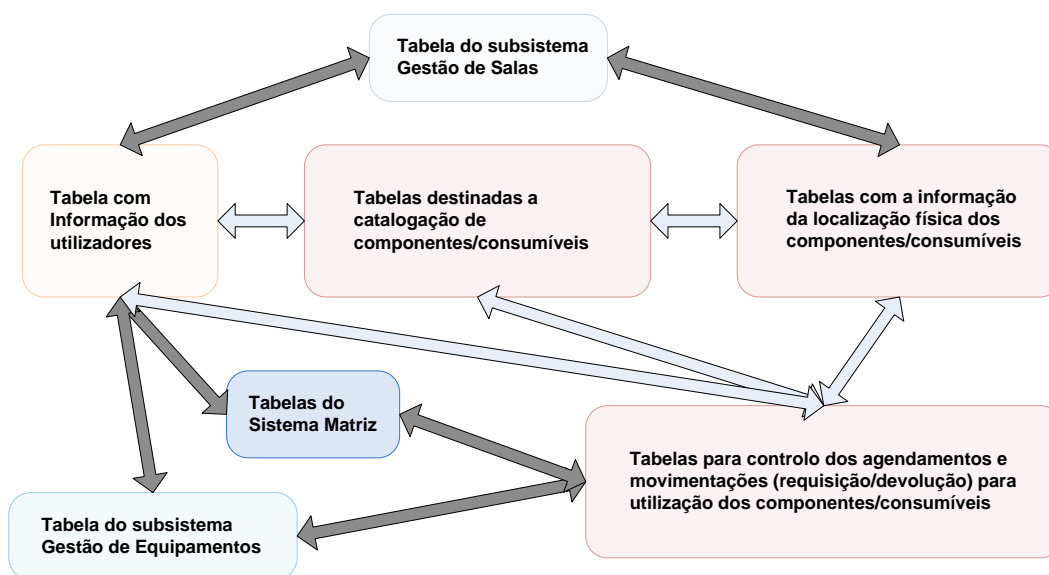


**Figura 4.6** - Estrutura do subsistema Gestão de *Software*.

A estrutura da base de dados está dividida em sete blocos: três blocos contêm a catalogação do *software*, onde encontra-se uma descrição exaustiva, qual os supervisores, o estado de disponibilidades e as chaves de activação, a catalogação do suporte, que engloba o suporte físico (*CD*, *DVD*, *HD*, etc.) e o suporte lógico (servidor onde está disponível para *download*), e o controlo da utilização do *software*, que compreende também o agendamento, o registo dos utilizadores incumpridores e a associação dos projectos a que se destinam; e mais quatro blocos, dois correspondente ao subsistema de Gestão de Equipamento e Gestão de Salas, para referenciar os computadores onde os *software* estão instalados ou disponibilizados para *download* e às salas onde se encontram os armazéns com os suportes físicos, outro com a informação dos utilizadores registados no SIGLa e, por último, o bloco referente ao Sistema Matriz com a informação dos utilizadores e projectos.

#### 4.2.5. Subsistema Gestão de Componentes/Consumíveis

A estrutura simplificada do subsistema de Gestão de Componentes/Consumíveis é ilustrado na figura seguinte contendo o diagrama de relações. Uma visualização com todos os detalhes desta encontra-se na Figura A.10 do anexo Diagrama de Relações da Base de Dados (ver anexo A.2).



**Figura 4.7** - Estrutura do subsistema Gestão de Componentes/Consumíveis.

A figura anterior ilustra o diagrama de relações das tabelas destinadas a estruturar a base de dados do subsistema Gestão de Componentes/Consumíveis. A estrutura está dividida por um bloco que contém as tabelas que permitem a catalogação por categorias com o registo de supervisores, quantidades disponíveis e reservadas e do estado de disponibilidade, outro bloco com informação da localização física (armários e gavetas) dos componentes/consumíveis e da sala do armazém (em ambos os casos, pode ter mais que uma localização) e um último bloco para o controlo das requisições, encomendas, saídas e devoluções de material. Para a referenciação dos utilizadores e projectos, existe um bloco do Sistema Matriz, para referenciar as salas onde estão alocados os armazéns e os equipamentos a que destinam-se os consumíveis requisitados, subsiste um bloco com o subsistema Gestão de Salas e outro com Gestão de Equipamentos, respectivamente.



### 4.3. Desenvolvimento da Aplicação Web

O SIGLa no mais básico da sua definição pode ser considerado um sistema que regista numa base de dados informações referente a catalogação, agendamento e uso dos vários recursos disponíveis. No entanto, sem uma aplicação que faça de interface para introduzir, aceder e tratar a informação da base de dados a sua utilidade seria muito limitada. Uma aplicação *Web* apresenta-se como uma solução ideal, não só porque é muito flexível do ponto de vista do utilizador, como não são necessárias operações de instalação de *software* específico nos computadores em que será utilizado. Ostenta também pela própria natureza destas aplicações, uma grande flexibilidade em adaptar novas funcionalidades a cenários em que será aplicada a sua utilização, o que é ideal neste tipo de ferramentas auxiliares para laboratório (ver secção 2.4.2).

O desenvolvimento e implementação de uma aplicação *Web* é muito mais do que apenas uma útil e eficaz forma de recolher e disponibilizar informações como um *Website*, é a reunião da versatilidade e disponibilidade deste com uma elaborada arquitectura e algoritmos de programação que proporcionam o processamento de informação de forma a satisfazer os objectivos a que se destina (27), neste caso particular os requisitos funcionais definidos (ver secção 3.3.1).

#### 4.3.1. Organização Estrutural

Uma das primeiras abordagens no desenho de uma aplicação *Web* é o esboço de uma estruturação que defina o “esqueleto” da aplicação. A definição da estrutura é muito importante, já que facilita a realização de duas tarefas essenciais:

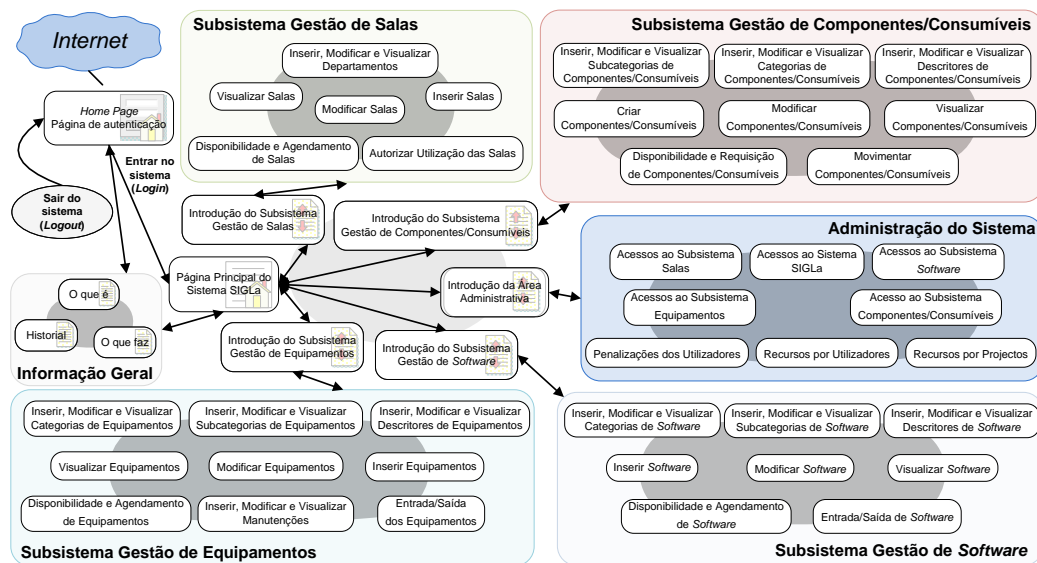
- **Arquitectar o desenvolvimento** - implementar uma aplicação *Web* é uma tarefa cujo grau de dificuldade vai aumentando com a quantidade e a sofisticação das páginas *Web*. Se não se tiver uma imagem da rede de páginas e como elas se interligam entre si pode-se cair no erro de se ter redundância de serviços e interligações perdidas. Neste caso em particular pretende-se conceder páginas auto-contidas com toda a informação necessária à sua utilização (ver secção seguinte), o que obriga à existência de uma quantidade razoável de páginas, donde uma

estruturação bem organizada da aplicação ajudará significativamente o seu desenvolvimento;

- **Analisar a interactividade com o utilizador** - Quando são definidos as várias funcionalidades e como os actores interagem com a aplicação, nem sempre são tidas em consideração a complexidade da rede de páginas que será desenvolvida e como esta dificulta e diminui a eficácia da utilização. Ao definir a estrutura da aplicação se delinea o mapa do *Site*, permitindo com que se tenha uma ideia mais concreta de como os utilizadores navegarão pela aplicação.

Para a elaboração da estrutura da aplicação *Web* agruparam-se alguns casos de utilização (ver secção 3.5.2.2) por página *Web*. Os casos de utilização que têm extensões de outros casos de utilização, são consequência do nível de autorização que os actores devem possuir para poderem aceder a essas funcionalidades, portanto, ao agruparem-se esses casos de utilização numa única página *Web*, o acesso a essas funcionalidades também estará condicionado pelo nível de autorização atribuído ao utilizador, promovendo uma organização lógica e intuitiva de utilizar o sistema. A orientação pelos casos de utilização é fundamental para garantir que se segue criteriosamente uma organização concebida para satisfazer determinados requisitos estabelecidos, mas nem sempre existe uma relação directa entre o desenho de uma página e os casos de utilização, pelo que um particular cuidado no esboço da estrutura é essencial para estabelecer uma metodologia de utilização que engloba os casos de utilização.

Na figura abaixo ilustra-se o diagrama conceptual do *Site* com a estrutura idealizada para a aplicação em desenvolvimento. Para uma visualização mais detalhada deste diagrama com todas as relações entre páginas, deverá ser consultada as figuras no anexo Diagrama de Relações entre as Páginas da Aplicação *Web* (Figura A.11 e Figura A.12 do anexo A.3).



**Figura 4.8** - Estrutura das relações entre as páginas Web da aplicação.

O diagrama ilustrado na figura acima apresenta seis blocos principais. Cinco dos blocos são compostos por páginas Web com características que permitem a execução de determinadas operações, sendo possível aceder a todas as páginas dentro de um bloco a partir de qualquer página desse mesmo bloco. A seguir explica-se sucintamente o conteúdo de cada bloco:

- **Administração do Sistema** - onde estão agrupadas todas as páginas Web relacionadas com a gestão de permissões, dos recursos utilizados por utilizador e Projecto e o registo dos utilizadores com comportamento irresponsável. Estas páginas têm correspondência directa com as tabelas de autenticação da base de dados (ver secção 4.2.1) e várias tabelas dos subsistemas;
- **Subsistema Gestão de Salas** - agrupa todas as páginas relacionadas com a catalogação, agendamento, utilização, penalizações, movimentações, etc. Estas páginas relacionam-se directamente com as tabelas da base de dados do subsistema de gestão de salas (ver secção 4.2.2);
- **Subsistema Gestão de Equipamentos** - engloba as páginas com as quais são catalogados, agendados, movimentado, gerido manutenções, associado equipamentos a salas, etc. Estas páginas, para além de duas tabelas dos outros subsistemas, lida directamente com as tabelas da base de dados referente a este subsistema (ver secção 4.2.3);

- **Subsistema Gestão de *Software*** - reúne as páginas de catalogação, agendamento, movimentação etc. Análogo ao subsistema anterior, lida também com duas tabelas de outros subsistemas e com as tabelas da base de dados relacionadas com este subsistema (ver secção 4.2.4);
- **Subsistema Gestão de Componentes/Consumíveis** - incluem-se neste bloco as páginas que trabalham com os componentes e consumíveis. Existe uma relação directa com as tabelas da base de dados relacionadas com este subsistema (ver secção 4.2.5) e duas tabelas de outros subsistemas.

Para além das páginas *Web* dos blocos anteriores, existem umas páginas intermédias que apresentam as opções disponíveis nos menus à esquerda, funcionando também como páginas de ligação entre a página principal do SIGLa e as páginas de cada bloco referido anteriormente e permitindo a interligação entre as páginas de cada bloco. A página inicial do sistema (*home page*), para além de ser a página de boas vindas dos utilizadores, permite efectuar a autenticação dos utilizadores. Sempre que um utilizador sair do sistema será reencaminhado para esta página e caso desejar reentrar no sistema terá que se autenticar novamente. Esta página de autenticação e o conjunto de páginas contidas no bloco de Informação Geral são as únicas páginas *Web* que estão visíveis publicamente (ver figura acima).

Quando a realização de uma ou mais operação no sistema for muito demorada e obrigar a ter que navegar por entre muitas páginas *Web* os utilizadores tenderão a perder o interesse da sua utilização, portanto, é importante que a disposição das páginas da aplicação *Web* permita uma navegação rápida e a mais directa possível para a execução das operações pretendidas (28). Esta estrutura está organizada e adaptada a este dimensionamento do sistema, no entanto, devido a expansões que o sistema venha a sofrer no futuro poderá ser necessário alterar esta estrutura de forma a optimizar-se a uma nova realidade de utilização.

### 4.3.2. Técnicas e Metodologias de Desenho Web

As páginas Web foram concebidas para proporcionarem aos utilizadores uma utilização directa e fluida num ambiente profissional, tendo por isso uma apresentação simples, clara e soberba, como da seguinte figura.



**Figura 4.9** - Página Web inicial (*home page*) do SIGLa.

Para as páginas terem uma apresentação soberba, simples, intuitivo e eficaz recorreram-se a técnicas de desenho (*design*) que fazem uso da organização, da disposição, do grafismo e do vocabulário dos conteúdos. A seguir apresenta-se uma lista com as técnicas consideradas no desenho e desenvolvimento da aplicação Web (29):

- **Organização e Disposição** - devido às pessoas apenas conseguirem abranger simultaneamente quatro a sete porções de informação discreta na memória a curto prazo, a forma como procuram e utilizam a informação também é influenciada. Pequenas unidades discretas de informação são mais funcionais e mais fáceis de manusear pelas pessoas, evitando-se que desviem indiferenciadamente a sua atenção para outros assuntos. Para isso é importante seguir as seguintes sugestões:
  1. Dividir os conteúdos por unidades lógicas:
    - a) Logótipo, apresentação ou título em cima;
    - b) Menus ou índice do lado esquerdo;

- c) Corpo do conteúdo centrado ou o mais centrado possível.
- 2. Estabelecer hierarquia ou importância de conteúdos:
  - a) Informação mais importante ou hierarquicamente mais significativa no topo, diminuindo ao longo do corpo para informação menos importante ou hierarquicamente menos significativa;
  - b) Menus com a mesma lógica de hierarquia e importância que o conteúdo do corpo.
- 3. Estruturar relações entre os conteúdos:
  - a) A informação não deve ser colocada ao “monte” numa página. Deve-se agrupar a informação relevante e relativa a um determinado assunto na mesma página e informação relacionada deve ser colocada noutra página com uma ligação da anterior;
  - b) A informação nas páginas deve ser estruturada da mesma forma, deste modo os utilizadores estarão familiarizados com a organização, mesmo que os conteúdos sejam diferentes;
  - c) Páginas muito cumpridas desorientarão e cansarão os utilizadores.



**Figura 4.10** - Página Web de Subcategorias de Componentes.

Salienta-se a disposição estruturada da visualização, alteração e introdução de Subcategorias de Componentes/Consumíveis de acordo com os pressupostos listados anteriormente.

- **Apresentação Gráfica** - as pessoas buscam fontes de informação claras, ordenadas e confiáveis. Uma forma de fomentar e reforçar essa impressão é através de uma correcta disposição espacial e de uma elaborada apresentação gráfica das páginas *Web*. Também, através de um grafismo elegante e sedutor pode-se focalizar e envolver a atenção das pessoas directamente para os assuntos que têm prioridade em relação a outros, tornando a interacção com a aplicação mais agradável e eficaz. Para se implementar estas técnicas de desenho gráfico, deve-se seguir os seguintes pontos:

1. Lógica e balanço visual:

- a) É importante criar impacto visual com formas, cores e contrastes, no entanto, deve-se relacionar com o texto exposto para conceber um ambiente contínuo e motivador para os utilizadores;
- b) Usar cores pastel e suaves evitando contrastes garridos com cores fortes e saturadas, salvo casos criteriosamente pensados para atrair rapidamente a atenção dos utilizadores;
- c) Nas áreas que se pretende chamar a atenção em relação ao resto da página devem conter um grafismo com imagens ou cores de fundo que sobressaia os assuntos, de forma a guiar os utilizadores pelas zonas de interesse. Exemplo disto é a barra de topo com o logótipo e informações de referência da aplicação *Web* e a barra lateral com os menus, que devem manter discretamente a atenção e orientação dos utilizadores. Para conseguir concretizar este artifício é imprescindível o impacto visual referido na alínea a).

2. Consistência e dimensão do grafismo:

- a) É importante manter focalizada a atenção e orientação dos utilizadores ao longo das páginas através de um grafismo coerente, nem que para isso tenha que existir alguma repetição, no entanto, deve-se considerar sempre o enquadramento com o assunto abordado. Os utilizadores sentem-se mais familiarizados e aconchegados em ambientes que reconhecem;

- b) A dimensão dos grafismos deve ser apropriadas com o conteúdo e o desenho da página. Dimensões exageradas podem obscurecer o conteúdo e desviar a atenção dos utilizadores.



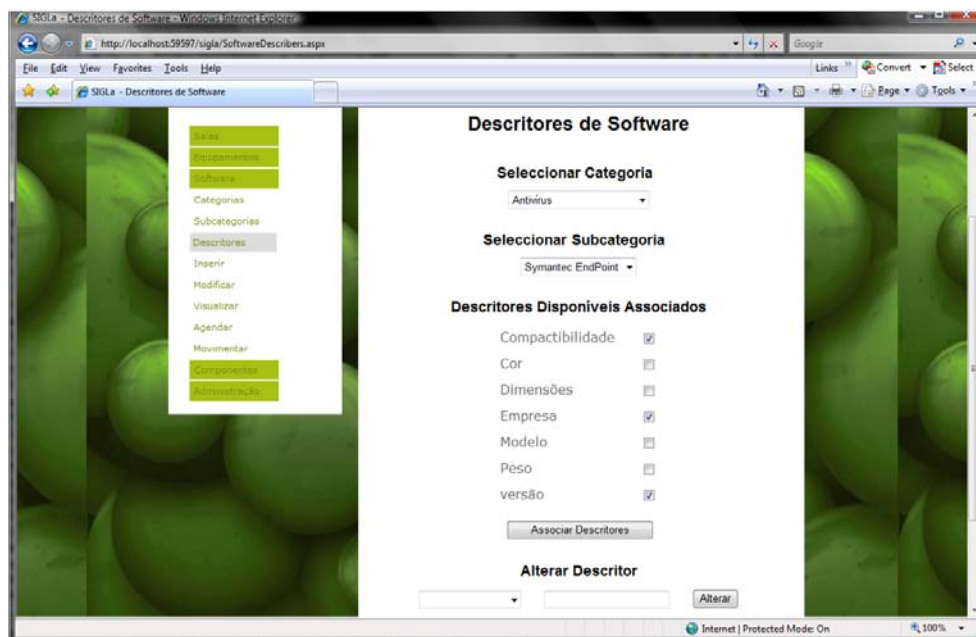
**Figura 4.11** - Página Web de acesso à Administração.

Adaptado ao objectivo desta página Web, o grafismo seguiu as linhas orientadoras acima referidas, com uma barra de topo identificadora das entidades envolvidas e o menu do lado lateral esquerdo.

- **Vocabulário Utilizado** - As pessoas lêem uma página Web de forma diferente do como lêem uma página de papel, o motivo está relacionado com o facto de não ser tão agradável de ler de um ecrã como de uma folha de papel e também porque a leitura de uma página Web não é uma actividade estacionária, pelo contrário, incentiva a uma utilização dinâmica e interactiva. Normalmente as pessoas que usam a WWW desejam uma leitura rápida e sintética de determinado assunto que procuraram através da navegação de página em página. A informação contida numa página Web para este tipo de leitura deve ser possível de aceder directamente e de forma independente, isto é, sem uma introdução, explicação ou desenvolvimento do que será exposto como é normalmente praticado nos suportes em papel (jornal, revista, livro, etc.), isto, contudo não inibe de serem utilizadas as técnicas clássicas quando a situação justifique a sua aplicação. Para a concretização dos pressupostos anteriores deve-se seguir os seguintes passos:

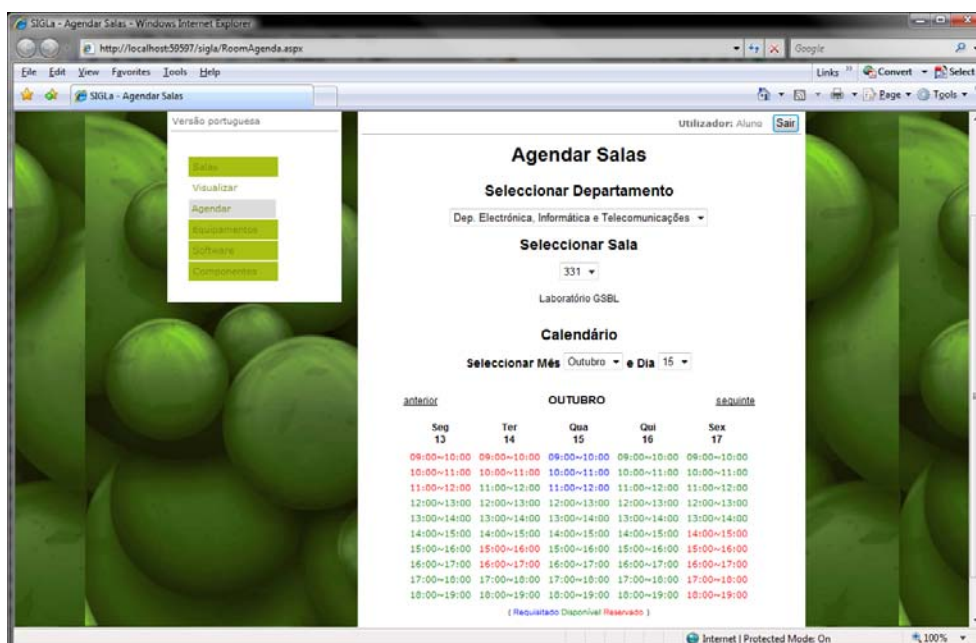


1. Identificar correctamente pedaços ou trechos de texto pelo uso de títulos e subtítulos, devendo estes ser breves e claros de identificar e relacionar com o assunto da página *Web*;
2. Salientar tópicos de interesse utilizando listas ou sobressaindo as palavras ou frases chaves do texto através de negrito, itálico, uma dimensão de letra maior ou uma cor diferente caso seja apropriado;
3. O texto deverá permitir uma fácil identificação das informações nele contidas pelo recurso a uma leitura rápida. Normalmente os utilizadores não são atraídos por textos que obrigam a uma leitura longa e se for de todo necessário, utilizar uma estrutura jornalística, do tipo pirâmide invertida, com uma conclusão no início de forma a descrever o texto;
4. O texto deve ser pouco erudito, sem erros gramaticais e de simples interpretação, de forma a ser acessível ao mais elevado número de utilizadores;
5. Um texto bem elaborado deverá transmitir a informação de forma que não seja necessário recorrer a um manual de instruções para utilizar as operações de uma ou mais páginas *Web*;
6. Usar um formato de escrita universal, sem recurso a acrónimos e com regras de simplificação (por exemplo data, valor monetário, numeração, etc.) o mais internacionalmente conhecido, possibilitando uma maior consistência entre os idiomas disponíveis, mesmo que não sejam disponibilizados vários idiomas facilitam o uso de ferramentas de tradução automática, como é o caso do *Google Translate Web Page*.



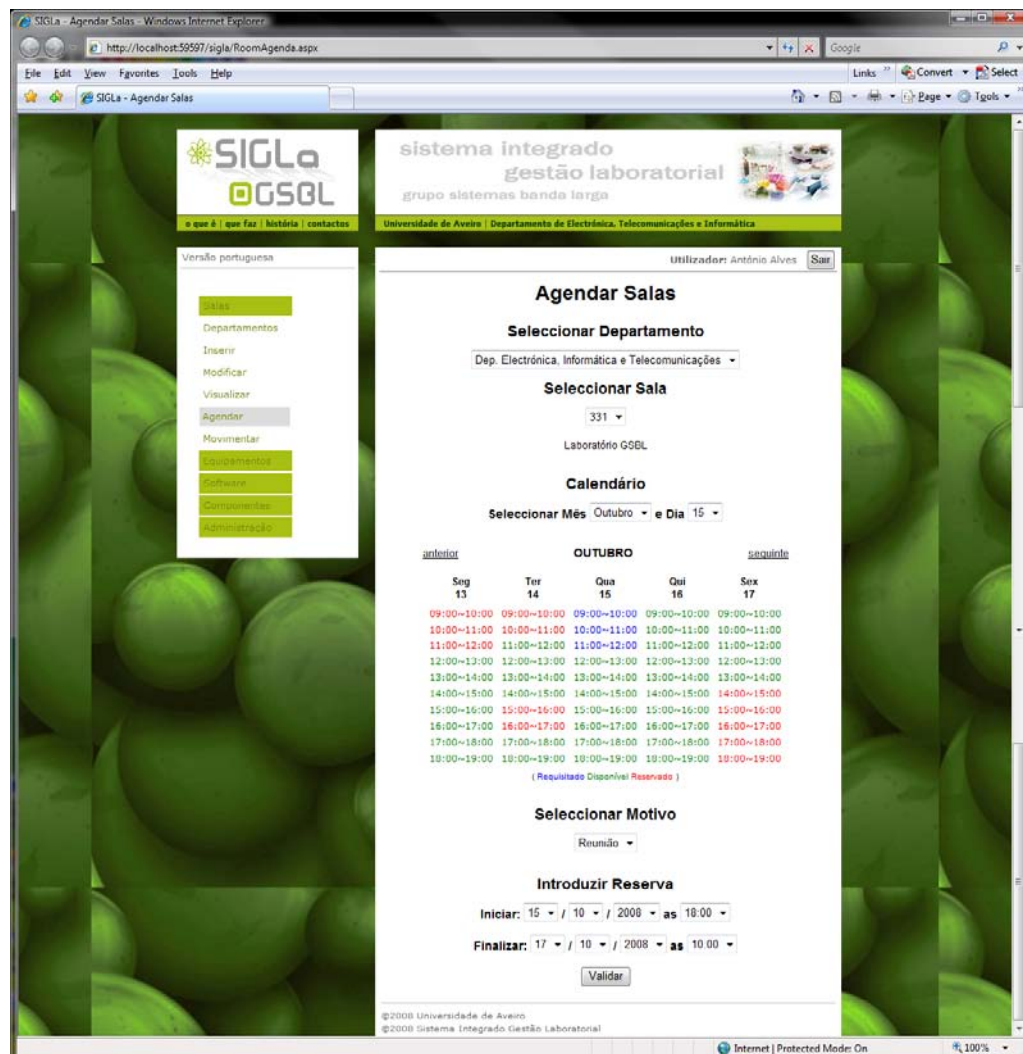
**Figura 4.12** - Página Web de Descriptores de Software.

Pode-se constatar o uso de um vocabulário simples, sucinto e explicativo das funcionalidades disponíveis nesta página Web, de acordo com os pressupostos referidos previamente.



**Figura 4.13** - Página Web de Agendar Salas, com o perfil Participador.

Devido ao nível de autorização do utilizador registado só permitir a visualização da disponibilidade da sala, não é possível o agendamento da sala.



**Figura 4.14** - Página Web de Agendar Salas, com o perfil Administrador.

(Esta figura editada é o resultado da concatenação de duas figuras de forma a conter toda a página Web)  
Ao contrário do nível de autorização do utilizador da Figura 4.13, o nível de autorização deste utilizador registado permite a visualização da disponibilidade e o agendamento da sala.

Parte do conteúdo exposto nas páginas Web está classificado por níveis de autorização cujo acesso está condicionado pelo perfil de utilização, definido em Perfil dos Utilizadores do Sistema. (ver secção 3.4), atribuído ao utilizador registado. Esta configuração foi idealizada em consequência dos casos de utilização estabelecidos (ver secção 3.5.2) e da estrutura arquitectada (ver secção 4.3.1) de forma a diminuir a necessidade de navegar por várias páginas antes de concluir uma operação e simplificar a realização destas, tornando mais acessível e célere a utilização do sistema. Para uma visualização mais clara desta configuração de acesso a conteúdos classificados, em cima estão apresentadas duas figuras com imagens de páginas Web da aplicação: a primeira com

um nível de autorização inferior e referente ao perfil de Participador (ver Figura 4.13); a segunda com um nível de autorização superior e referente ao perfil de Administrador (ver Figura 4.14).

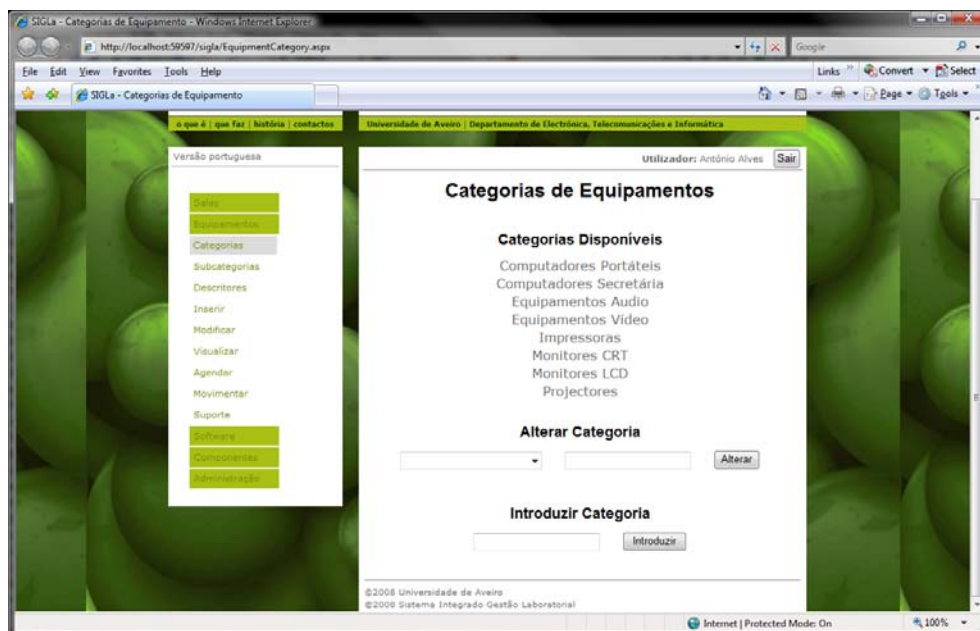
#### **4.3.2.1. Cuidados Específicos para Pessoas com Necessidades Especiais**

Actualmente a maioria das pessoas que trabalha ou utilizam laboratórios não têm limitações que as privam de utilizar os meios disponíveis. Raramente pessoas com deficiências mais acentuadas utilizam os recursos disponíveis num laboratório, isso é consequência de grande parte dos recursos disponíveis nos laboratórios (equipamentos, espaços, etc.) não apresentarem as melhores condições para ser utilizado por pessoas com algum tipo de deficiência visual, auditiva ou motora. No entanto, devido a uma mudança de mentalidades e valores, tem-se assistido a um maior cuidado às adaptações necessárias nos laboratórios e recursos disponíveis para facilitar o acesso e utilização destes por pessoas com necessidades especiais (30).

Embora esta aplicação não foi desenhada e desenvolvida principalmente para ser utilizada por pessoas com deficiências, nem considerada a integração de mecanismos adicionais, como leitura automática, sons de identificação para invisuais ou auxílio da utilização do rato através do teclado para pessoas com disfunção funcional dos membros superiores, teve-se o cuidado de proporcionar um desenho que pudesse ser minimamente acessível a este tipo de pessoas. Para isso aplicaram-se os seguintes princípios básicos de acessibilidade universal (31):

- Usar um tipo e tamanho de letra que permita uma fácil leitura do texto;
- Empregar um vocabulário e uma sintaxe que facilite a leitura e interpretação;
- Utilizar grafismo vivo e contrastante que facilite a identificação de zonas;
- Posicionamento do conteúdo deve ter em consideração a possibilidade de utilizar-se resoluções de ecrã diferentes das padronizadas ou utilitários de terceiros para ampliar o conteúdo (utilitário que funciona como uma lupa) que não impossibilitem de continuar a usar a aplicação eficazmente;
- Diminuir a necessidade de deslizar (*scroll*) repetidamente ou de navegar por muitas páginas *Web* para realizar uma ou mais operações;

- Permitir a utilização do rato em detrimento do teclado, sem comprometer a usabilidade da aplicação *Web*;
- Facilitar a utilização do rato pela separação das áreas de selecção ou interacção de forma a evitar interferência entre funcionalidades;
- Evitar utilizar mais que uma tecla do teclado ou a conjunção do teclado com o rato para executar uma operação;
- Sempre que possível evitar confirmações desnecessárias e repetitivas que obriguem a um uso recursivo do rato e do teclado;
- Em operações limitadas por tempo, permitir um período de tempo superior ao normal e proporcional à dificuldade da operação.



**Figura 4.15** - Página *Web* de Categorias de Equipamentos.

Como pode ser observado na figura acima, não foi possível evitar o deslizar (*scroll*) da página para a execução desta operação, no entanto, tentou-se compactar a informação para diminuir o deslizar da página. Empregou-se também uma paleta de cores que contrastasse e que permitisse ajudar a identificar zonas de informação. Com a utilização destes pequenos artifícios espera-se que seja possível uma utilização mais fácil, acessível e tolerante para pessoas com necessidades especiais.

## 4.4. Implementação do Sistema

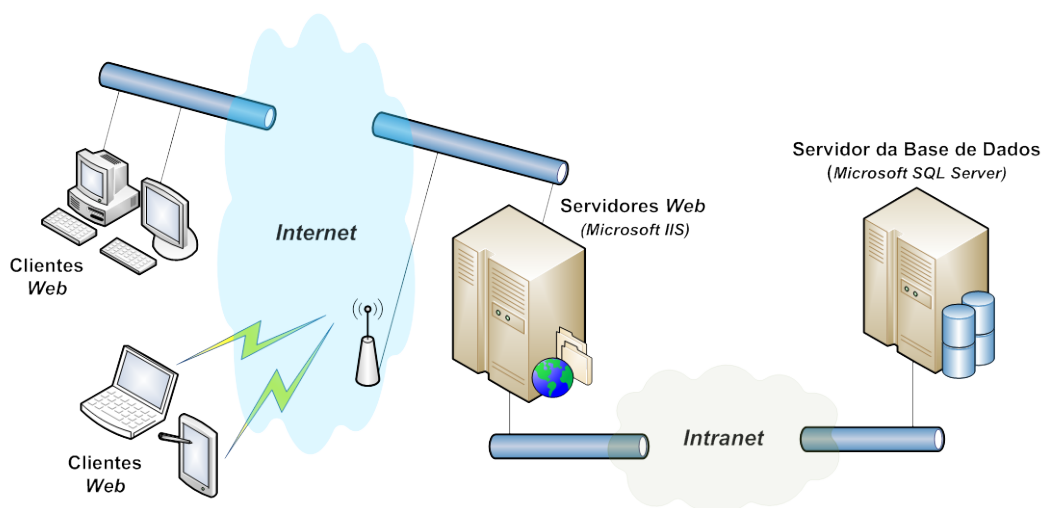
O sistema desenvolvido está implementado em dois suportes de hardware idênticos: um para o fornecedor de serviços *Microsoft IIS* de suporte as páginas *Web* da aplicação; o outro para o sistema de gestão da base de dados *Microsoft SQL 2000*. As características do hardware são as seguintes:

- Duplo Processador *Pentium IV Xeon* com velocidade de relógio 2.4 GHz;
- Memória *RAM* de 4 GB;
- Sistema *RAID* de Disco rígido de 320 GB;
- Suporte de gravação de cópias de segurança em *DVD* e cassetes *DDS*;
- Dupla fonte de alimentação;
- Sistema de assistência na falha do fornecimento de energia (*UPS*).

Onde o *software* utilizado para a implementação do SIGLa é:

- Sistema Operativo *Windows Server 2003 R2 Standard Edition*;
- Fornecedor de service *Microsoft Internet Information Service (IIS) v6.0*;
- SGBD *Microsoft SQL Server 2000*.

Como foi referido anteriormente (ver secção 4.1.1) não é obrigatória uma separação física entre o fornecedor de serviços *Microsoft IIS* e o sistema de gestão da base de dados *Microsoft SQL 2000*, contudo para proporcionar uma maior segurança e fiabilidade dos dois servidores de suporte e dos serviços (*IIS* e *SQL Server*) fornecidos por estes, assim como para reforçar a observância dos requisitos estabelecidos em Requisitos de Integridade, Privacidade e Segurança (ver secção 3.3.4) e garantir os Requisitos de *Software* e *Hardware* (ver secção 3.3.5), a configuração do hardware dos servidores e o acesso a estes pelos clientes é efectuado como se ilustra na figura seguinte.



**Figura 4.16** - Arquitectura física do SIGLa.





## 5. Teste do Sistema

A conceptualização e desenvolvimento de sistemas é um trabalho que não pode ser considerado linear, dado a existência de inúmeras incertezas que podem ocorrer ao longo da sua realização. Por muito que as pessoas se esforcem existem erros humanos (esquecimento de funcionalidades, erros na programação, entrada e saída de novos elementos, etc.) que não são detectáveis no decurso do trabalho. Sem a realização de testes não seria possível garantir o bom funcionamento dos sistemas. A realização de testes tem dois principais propósitos (32):

- **Detectar erros de conceptualização do sistema** - usualmente consequência de uma compreensão errada do problema ou da omissão de funcionalidades destinadas a resolver um assunto;
- **Detectar erros de desenvolvimento e implementação do sistema** - normalmente estas falhas estão relacionadas com a interpretação da modelação do sistema, a programação, o desenho, a documentação, etc.

Para a concretização do SIGLa utilizou-se por base a metodologia *RAD (Rapid Application Development)*, que pressupõe a realização de testes ao longo da implementação, mas como está relacionada com o desenvolvimento, os testes para a verificação operacional do sistema acabaram por se realizar ao longo dos trabalhos de desenvolvimento e implementação (ver secção 1.4). Estes testes consistiam em averiguar se o trabalho estava a ser executado correctamente, isto é, verificavam se o código, a integração entre sistemas e as funcionalidades concluídas foram realizadas correctamente e de acordo com o que era pretendido. No entanto, determinar se foram satisfeitos os requisitos e se estes iam ao encontro do pretendido não era a principal intenção destes testes. Como uma das particularidades do SIGLa é o facto de estar estruturado em subsistemas, os testes realizados para detectar erros de desenvolvimento e implementação foram efectuados por cada subsistema e pela área de administração. Isto também foi consequência do facto de que a concretização do sistema foi faseada através da conclusão sequencial dos trabalhos: primeiro, o subsistema Gestão de Salas; segundo, o subsistema Gestão de Equipamentos; terceiro, o subsistema Gestão de *Software*; quarto, o subsistema Gestão de Componentes/Consumíveis; por último, a Administração do Sistema.

Para verificar se as funcionalidades definidas nos requisitos executavam correctamente as tarefas definidas, se os requisitos determinados conseguiam ir ao encontro das especificações pretendidas para esta plataforma e se foram satisfeitos os requisitos estabelecidos, os testes de conceptualização foram realizados ao sistema como um todo, isto é, só no final dos trabalhos é que se procederam a estes testes.

Embora tenha havido um certo cuidado e formalismo na idealização dos testes para a detecção de anomalias ou falhas, para a avaliação da usabilidade da aplicação, a realização destes testes ocorreram num ambiente informal, sem a pressão e o rigor inerente a este tipo de testes quando realizados numa perspectiva mais comercial. Portanto, desde um início que não foi intenção realizar testes exaustivos, por um lado, devido aos meios limitados e as condições temporais disponíveis para a execução destes, por outro, evitar cair no erro de normalizar os testes e assim não testar a robustez do sistema perante as mais variadas situações que a “imaginação” dos utilizadores leva a experimentar, obtendo-se desta forma opiniões mais pessoais sobre o funcionamento e utilidade do sistema.

## 5.1. Verificação e Validação dos Requisitos

Os testes finais realizados ao SIGLa após a conclusão dos trabalhos tinham os seguintes objectivos:

1. **Verificar o correcto desenvolvimento e implementação dos requisitos** - é preciso garantir que no desenvolvimento do sistema foram integradas as funcionalidades necessárias de forma a satisfazer os requisitos estabelecidos. Confrontando os casos de utilização referidos no subcapítulo Diagrama de Casos de Utilização (ver secção 3.5.2.2), que descrevem as operações a realizar para concretizar as funcionalidades que satisfazem os requisitos, e os resultados dos testes será possível uma melhor detecção de omissões ou erros na programação das funcionalidades ao longo do desenvolvimento;
2. **Validar os requisitos estabelecidos** - a definição dos requisitos estabelecidos (ver secção 3.3) para a conceptualização e desenvolvimento do sistema, teve como base a análise das necessidades de gestão dos recursos disponíveis em laboratórios de

investigação (ver capítulo 2) e a larga experiência das pessoas que colaboram, cooperam e coordenam a utilização dos mais variados recursos disponíveis no GSBL. Devido à abrangência pretendida para o SIGLa e ao erro humano inevitavelmente presente, é inquestionável que os requisitos delineados apresentem algumas lacunas perante as pretensões iniciais, pelo que a realização de testes por várias pessoas poderá possibilitar mais facilmente a detecção destas deficiências.

De seguida apresenta-se um conjunto de tabelas onde são expostos os resultados da verificação e validação dos Requisitos Funcionais (ver secção 3.3.1) através da identificação dos casos de utilização relacionados e da confrontação com as opiniões obtidas ao longo dos testes realizados. A opinião dos utilizadores foi obtida num ambiente informal sem a normalização das respostas onde os participantes eram incentivados a expressarem-se. Algumas das opiniões são apresentadas na forma de melhorias e complementos que o sistema deveria receber para tornar mais acessível a sua utilização.

Ref.	Casos de Utilização	Opinião
Ref. 1.1	UCa01	Funcional. No entanto, a listagem dos recursos poderiam ser melhoradas.
Ref. 1.2	UCa02	Funcional. No entanto, a listagem dos recursos poderiam ser melhoradas.
Ref. 1.3	UCa03	Funcional. No entanto, a listagem dos recursos poderiam ser melhoradas.
Ref. 1.4	UCa04	Funcional. No entanto, a listagem dos recursos poderiam ser melhoradas.
Ref. 1.5	UCa05	Funcional. No entanto, a listagem dos recursos poderiam ser melhoradas.
Ref. 1.6	UCa06	Funcional com inconvenientes. A forma como é visualizada a informação toda é susceptível de confundir.
Ref. 1.7	UCa07	Funcional com inconvenientes. A forma como é visualizada a informação toda é susceptível de confundir.

Ref.	Casos de Utilização	Opinião
Ref. 1.8	UCa08	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.

**Tabela 5.1** - Verificação e validação de requisitos funcionais da área Administração.

Ref.	Casos de Utilização	Opinião
Ref. 2.1	UCgs01 / UCgs02	Funcional com inconvenientes. Em listagens muito grandes, preferível a paginação da listagem.
Ref. 2.2	UCgs03	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 2.3	UCgs03	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 2.4	UCgs04 / UCgs05	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 2.5	UCgs05	Funcional parcialmente e com inconvenientes. Não foi implementada a listagem geral. Em listagens muito grandes, preferível a paginação da listagem.
Ref. 2.6	UCgs03 / UCgs05	Funcional com inconvenientes. A listagem cronológica deveria permitir filtragem por data.
Ref. 2.7	UCgs05	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 2.8	UCgs05 / UCgs09	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 2.9	UCgs05 / UCgs09	Funcional com inconvenientes. A listagem cronológica deveria permitir filtragem por data.
Ref. 2.10	UCgs06	Funcional. Visualização do calendário muito limitada.
Ref. 2.11	UCgs07 / UCgs09	Funcional. A possibilidade do agendamento deveria ser mais flexível (agendamento limitado a unidades de hora). Opções disponíveis para os motivos de calendarização muito limitadas para as possíveis situações reais. Visualização do calendário muito limitada.

Ref.	Casos de Utilização	Opinião
Ref. 2.12	UCgs07 / UCgs09	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 2.13		Não foi implementada.
Ref. 2.14	UCgs09	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 2.15	UCgs09	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 2.16	UCgs09	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 2.17	UCgs09	Funcional. Opções disponíveis para as condições de funcionamento muito limitadas para as possíveis situações reais.
Ref. 2.18	UCgs09	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 2.19	UCgs08	Funcional com inconvenientes. A listagem deveria ser mais legível e deveria permitir filtragem por data.

**Tabela 5.2** - Verificação e validação de requisitos funcionais da área Salas.

Ref.	Casos de Utilização	Opinião
Ref. 3.1	UCge01 / UCge02	Funcional com inconvenientes. Em listagens muito grandes, preferível a paginação da listagem.
Ref. 3.2	UCge03 / UCge04	Funcional com inconvenientes. Em listagens muito grandes, preferível a paginação da listagem.
Ref. 3.3	UCge05 / UCge06	Funcional com inconvenientes. Em listagens muito grandes, preferível a paginação da listagem.
Ref. 3.4	UCge07	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 3.5	UCge07	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 3.6	UCge08 / UCge09	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.

Ref.	Casos de Utilização	Opinião
Ref. 3.7	UCge08	Funcional parcialmente e com inconvenientes. Não foi implementada a listagem geral. Em listagens muito grandes, preferível a paginação da listagem.
Ref. 3.8	UCge07 / UCge09	Funcional com inconvenientes. A listagem cronológica deveria permitir filtragem por data.
Ref. 3.9	UCge07 / UCge09	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 3.10	UCge07 / UCge09	Funcional com inconvenientes. A listagem de pessoas para atribuição das permissões susceptível de confusão.
Ref. 3.11	UCge07 / UCge09	Funcional. Facilitava ser pré-filtrada por departamentos.
Ref. 3.12	UCge07 / UCge09	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 3.13	UCge09 UCge13	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 3.14	UCge09 / UCge13	Funcional com inconvenientes. A listagem cronológica deveria permitir filtragem por data.
Ref. 3.15	UCge10	Funcional. Visualização do calendário muito limitada.
Ref. 3.16	UCge11 / UCge13	Funcional. A possibilidade do agendamento deveria ser mais flexível (agendamento limitado a unidades de hora). Opções disponíveis para os motivos de calendarização muito limitadas para as possíveis situações reais. Visualização do calendário muito limitada.
Ref. 3.17	UCge11 / UCge13	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 3.18		Não foi implementada.
Ref. 3.19	UCge13	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 3.20	UCge13	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.

Ref.	Casos de Utilização	Opinião
Ref. 3.21	UCge13	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 3.22	UCge13	Funcional. Opções disponíveis para as condições de funcionamento muito limitadas para as possíveis situações reais.
Ref. 3.23	UCge14	Funcional com inconvenientes. Método utilizado evidencia ser insuficiente. A listagem deveria ser mais legível e permitir filtragem. Opções disponíveis para manutenção são limitadas.
Ref. 3.24	UCge13	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 3.25	UCge13	Funcional com inconvenientes. A listagem deveria ser mais legível e permitir filtragem por data.

**Tabela 5.3** - Verificação e validação de requisitos funcionais da área Equipamentos.

Ref.	Casos de Utilização	Opinião
Ref. 4.1	UCgf01 / UCgf02	Funcional com inconvenientes. Em listagens muito grandes, preferível a paginação da listagem.
Ref. 4.2	UCgf03 / UCgf04	Funcional com inconvenientes. Em listagens muito grandes, preferível a paginação da listagem.
Ref. 4.3	UCgf05 / UCgf06	Funcional com inconvenientes. Em listagens muito grandes, preferível a paginação da listagem.
Ref. 4.4	UCgf07	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 4.5	UCgf07	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 4.6	UCgf08 / UCgf09	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 4.7	UCge08	Funcional parcialmente e com inconvenientes. Não foi implementada a listagem geral. Em listagens muito grandes, preferível a paginação da listagem.

Ref.	Casos de Utilização	Opinião
Ref. 4.8	UCge07 / UCge09	Funcional com inconvenientes. A listagem cronológica deveria permitir filtragem por data.
Ref. 4.9	UCge07 / UCge09	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 4.10	UCge07 / UCge09	Funcional com inconvenientes. A listagem de pessoas para atribuição das permissões susceptível de confusão.
Ref. 4.11	UCge07 / UCge09	Funcional. Facilitava ser pré-filtrado por categorias ou subcategorias a associação do equipamento.
Ref. 4.12	UCge07 / UCge09	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 4.13	UCge07 / UCge09	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 4.14	UCge07 / UCge09	Funcional. Facilitava ser pré-filtrada por departamentos.
Ref. 4.15	UCge07 / UCge09	Funcional. Poderia ser utilizada outra alternativa mais simples.
Ref. 4.16	UCge07 / UCge09	Funcional. Facilitava ser pré-filtrado por categorias ou subcategorias a associação do equipamento.
Ref. 4.17	UCge07 / UCge09	Funcional. Poderia ser utilizada outra alternativa mais simples.
Ref. 4.18	UCgf09 / UCgf13	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 4.19	UCgf09 / UCgf13	Funcional com inconvenientes. A listagem cronológica deveria permitir filtragem por data.
Ref. 4.20	UCgf10	Funcional. Visualização do calendário muito limitada.
Ref. 4.21	UCgf11 / UCgf13	Funcional. A possibilidade do agendamento deveria ser mais flexível (agendamento limitado a unidades de hora). Opções disponíveis para os motivos de calendarização muito limitadas para as possíveis situações reais. Visualização do calendário muito limitada



Ref.	Casos de Utilização	Opinião
Ref. 4.22	UCgf11 / UCgf13	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 4.23		Não foi implementada.
Ref. 4.24	UCgf13	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 4.25	UCgf13	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 4.26	UCgf13	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 4.27	UCgf13	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 4.28	UCgf13	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 4.29	UCgf13	Funcional com inconvenientes. A listagem deveria ser mais legível e permitir filtragem por data.

**Tabela 5.4** - Verificação e validação de requisitos funcionais da área *Software*.

Ref.	Casos de Utilização	Opinião
Ref. 5.1	UCgc01 / UCgc02	Funcional com inconvenientes. Em listagens muito grandes, preferível a paginação da listagem.
Ref. 5.2	UCgc03 / UCgc04	Funcional com inconvenientes. Em listagens muito grandes, preferível a paginação da listagem.
Ref. 5.3	UCgc05 / UCgc06	Funcional com inconvenientes. Em listagens muito grandes, preferível a paginação da listagem.
Ref. 5.4	UCgc07	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 5.5	UCgc07	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 5.6	UCgc08 / UCgc09	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.

Ref.	Casos de Utilização	Opinião
Ref. 5.7	UCgc08	Funcional parcialmente e com inconvenientes. Não foi implementada a listagem geral. Em listagens muito grandes, preferível a paginação da listagem.
Ref. 5.8	UCgc07 / UCgc09	Funcional com inconvenientes. A listagem cronológica deveria permitir filtragem por data.
Ref. 5.9	UCgc07 / UCgc09	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 5.10	UCgc07 / UCgc09	Funcional com inconvenientes. A listagem de pessoas para atribuição das permissões susceptível de confusão.
Ref. 5.11	UCgc07 / UCgc09	Funcional. Facilitava ser pré-filtrada por departamentos.
Ref. 5.12	UCgc09 / UCgc13	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 5.13	UCgc09 / UCgc13	Funcional com inconvenientes. A listagem cronológica deveria permitir filtragem por data.
Ref. 5.14	UCgc09 / UCgc13	Funcional com inconvenientes. Método utilizado pouco eficiente para muitos itens.
Ref. 5.15	UCgc12 / UCgc13	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 5.16	UCgc13	Funcional com inconvenientes. Método inconsistente e confuso que pode induzir ao erro. Também pouco eficaz para muitos itens.
Ref. 5.17	UCgc13	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 5.18	UCgc13	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 5.19	UCgc12	Funcional com inconvenientes. As listagens deveriam ser mais estruturadas e paginadas de uma forma diferente.
Ref. 5.20	UCgc12 / UCgc13	Funcional com inconvenientes. Método utilizado pouco eficiente para muitos itens.
Ref. 5.21	UCgc12 / UCgc13	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.

Ref.	Casos de Utilização	Opinião
Ref. 5.22	UCgc13	Funcional com inconvenientes. Método inconsistente e confuso que pode induzir ao erro. Também pouco eficaz para muitos itens.
Ref. 5.23	UCgc13	Funcional com inconvenientes. Método confuso que induz ao erro. Pouco eficiente para muitos itens.
Ref. 5.24	UCgc13	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 5.25	UCgc12	Funcional com inconvenientes. As listagens deveriam ser mais estruturadas e paginadas de uma forma diferente.
Ref. 5.26		Não foi implementada.
Ref. 5.27	UCgc13	Funcional. Facilitava ser pré-filtrado por categorias ou subcategorias a associação do equipamento.
Ref. 5.28	UCgc13	Funcional. Sem nenhuma objecção importante a reportar.

**Tabela 5.5** - Verificação e validação de requisitos funcionais da área Componentes.

Nas tabelas seguintes encontram-se a verificação e validação dos restantes requisitos: Requisitos de Interligação e Compatibilidade (ver secção 3.3.2); Requisitos de Usabilidade (ver secção 3.3.3); Requisitos de Integridade, Privacidade e Segurança (ver secção 3.3.4); Requisitos de *Software* e *Hardware* (ver secção 3.3.5), onde é apresentada uma opinião com a síntese dos pareceres técnicos de colaboradores do GSBL com largos anos de experiência para alguns dos requisitos.

Ref.	Casos de Utilização	Opinião
Ref. 6.1 Ref. 6.2 Ref. 6.3 Ref. 6.4 Ref. 6.5	UCa01 / UCa02 / UCa03 UCa04 / UCa05 / UCa06 UCa07 / UCa08 UCgs03 / UCgs07 / UCgs05 UCgs08 UCge07 / UCge09 / UCge11 UCge13 / UDge14 UCgf07 / UCgf09 / UCgf11 UCgf13 UCgc07 / UCgc09 / UCgc11 UCgc13	Concretizado. No entanto, se for necessário efectuar alguma modificação à informação proveniente do Sistema Matriz, será necessário sair do SIGLa, entrar e alterar a informação no Sistema Matriz e voltar a entrar no SIGLa. Este processo torna-se incomodativo e muito pouco eficiente.
Ref. 6.6 Ref. 6.7 Ref. 6.8 Ref. 6.9		Concretizado parcialmente. Com os <i>browsers Microsoft Internet Explorer</i> de versões anteriores às 6.0 e 7.0 e os <i>browsers Google Chrome, Opera Browser, Apple Safari</i> não foi possível efectuar testes que garantissem a compatibilidade.

**Tabela 5.6** - Verificação e validação de requisitos de interligação e compatibilidade.

Ref.	Casos de Utilização	Opinião
Ref. 7.1 Ref. 7.2 Ref. 7.3		Concretizado. Contudo, poderia ser optimizado o desenho de forma a tornar mais organizada e intuitiva a utilização da aplicação <i>Web</i> .
Ref. 7.4		Concretizado parcialmente. O desenvolvimento teve em atenção a introdução de mecanismos que possibilitem a implementação futuramente de uma estrutura multilingue.
Ref. 7.5		Concretizado. Algumas sinalizações, descrições e ligações poderiam ser mais explicativas e simples.
Ref. 7.6		Concretizado com inconvenientes. Nem todos os campos verificam e validam eficazmente a informação introduzida.
Ref. 7.7		Concretizado. Alguns tópicos poderiam ser melhorados.
Ref. 7.8		Não foi implementado.

**Tabela 5.7** - Verificação e validação de requisitos de usabilidade.

Ref.	Casos de Utilização	Opinião
Ref. 8.1		Concretizado. No entanto, devido a partilha deste mecanismo entre o Sistema SIGLa e o Sistema Matriz aumenta a possibilidade de ocorrerem falhas de segurança.
Ref. 8.2		Concretizado parcialmente. Contudo deverão ser aplicados algoritmos de encriptação mais rápidos e eficientes.
Ref. 8.3 Ref. 8.4 Ref. 8.5 Ref. 8.6 Ref. 8.7 Ref. 8.8		Concretizado. Sem nenhuma objecção importante a reportar.

**Tabela 5.8** - Verificação e validação de requisitos de integridade e segurança.

Ref.	Casos de Utilização	Opinião
Ref. 9.1 Ref. 9.2 Ref. 9.3 Ref. 9.4		Concretizado. Sem nenhuma objecção importante a reportar.
Ref. 9.5		Concretizado. Contudo seria aconselhável no futuro proceder à migração para a nova versão do ASP, na forma da <i>Framework 3.5</i> . Também deveria ser realizada (aquando da migração) uma optimização da programação desta tecnologia.
Ref. 9.6		Concretizado. Contudo aconselha-se uma optimização da implementação desta tecnologia de forma a optimizar e rentabilizar a sua utilização, principalmente em sistemas mais portáteis ( <i>PDA</i> , <i>Smartphones</i> , etc.).
Ref. 9.7		Concretizado. Sem nenhuma objecção importante a reportar.

**Tabela 5.9** - Verificação e validação de requisitos de *software* e *hardware*.

## 5.2. Avaliação da Usabilidade

A realização de uma avaliação da usabilidade da aplicação pretendeu conferir um formalismo mais consistente aos testes efectuados e apresentados na secção anterior no que se relaciona com o uso e manipulação da aplicação *Web* definidos nos Requisitos de Usabilidade (ver secção 3.3.3). Este formalismo não tenciona ser levado ao extremo criteriosamente exigente, apenas estabelecer uma linha orientadora mais rigorosa do que a opinião pessoal obtida nos testes realizados.

Para a avaliação da usabilidade recorreram-se aos princípios ergonómicos definidos na norma *ISO 9241* parte 10 destinados à interacção das aplicações de escritório com o utilizador no desenho de interfaces Humano-Computador. A interface de uma aplicação de *software* deve seguir os seguintes princípios de usabilidade (33):

- **Aptidão para a tarefa** - a aplicação deve possuir uma interface que evidencie a capacidade de executar eficazmente as tarefas a que se propõe;
- **Auto-descritiva** - a aplicação deve ser suficientemente elucidativa de forma a permitir uma fluida e intuitiva utilização ou a possibilitar solução a eventuais erros realizados pelo utilizador. Um suporte ou ajuda adequada também deve ser disponibilizada para dissolver qualquer dúvida que entretanto possa surgir;
- **Controlabilidade** - a aplicação deve transferir o controlo para o utilizador através da possibilidade deste influenciar o caminho a seguir e o tempo a demorar na execução das tarefas;
- **Conformidade com as expectativas do utilizador** - a aplicação deve apresentar uma interface que seja consistente e compatível com o conhecimento e a experiência do utilizador típico que pretende utilizar esta;
- **Tolerância aos erros** - a aplicação deve proporcionar uma interface que detecte, evite ou diminua a ocorrência de erros por parte do utilizador, alertando este na eventualidade de ocorrer algum;
- **Possibilidade de individualização** - a aplicação deve permitir a optimização de acordo com as tarefas a realizar, a capacidade e preferência do utilizador;
- **Facilidade de aprendizagem** - a aplicação deve possuir mecanismos que proporcionem uma aprendizagem da sua utilização com o menor esforço possível;

Tendo por base os princípios anteriormente expostos, foram realizados alguns testes simples e breves à usabilidade da aplicação *Web*, que juntamente com as opiniões contidas na Tabela 5.7 (- Verificação e validação de requisitos de usabilidade.) da secção anterior, permitiram verificar a existência de algumas imperfeições e omissões que necessitavam, respectivamente, de ser corrigidos e adicionados. De seguida apresentam-se os pontos que requerem uma atenção particular:

- Aumentar a conformidade e normalização da aplicação com os padrões utilizados neste tipo de sistemas;
- Incluir mecanismos mais sóbrios e funcionais que permitam evitar a ocorrência de erros, por exemplo implementar pedidos de confirmação nas operações relevantes;
- Utilizar textos mais simples, claros e dedicados ao tema que contemplam;
- Disponibilizar mecanismos de ajuda sucintos, fáceis e eficientes;
- Conter documentação apropriada ao grau de dificuldade inserido, cuja leitura proporcione uma fácil e precisa interpretação dos assuntos abordados.

Com a realização destes testes para a avaliação da usabilidade foi também possível constatar que a opinião comum das pessoas intervenientes ia ao encontro das regras definidas e princípios estabelecidos, confirmando a credibilidade e seriedade das respostas obtidas ao longo dos testes realizados.

### **5.3. Consequências da Integração no Sistema Matriz**

Uma significativa consequência da integração do SIGLa no Sistema Matriz, é a necessidade de ter que se sair de um sistema para entrar noutro, sempre que for preciso alterar alguma informação de um utilizador ou projecto. Este incómodo é ainda mais constrangedor quando se verifica a existência de utilizadores que apenas utilizam o SIGLa. Outra grande desvantagem é o facto de ambos os sistemas usarem as mesmas credenciais de acesso (*login/password*), que poderá potenciar a ocorrência de falhas de segurança.

Quer o procedimento referido anteriormente, quer a partilha de mecanismos relevantes, tornam em determinadas situações a utilização desta plataforma demorada e

susceptível de existirem quebras de segurança. Por esse motivo seria aconselhável em futuras actualizações consolidar essa integração através das seguintes sugestões:

- Manter a partilha de registos da base de dados, implementando no SIGLa os mecanismos necessários que possibilitem efectuar a introdução e alteração de utilizadores, sem com isso interferir na gestão do Sistema Matriz. Esta situação implicaria a necessidade de se proceder a algumas alterações e adaptações no Sistema Matriz de forma a dinamizar o acesso e diminuir ocorrência de erros na informação que seria comum aos dois sistemas;
- Potenciar o SIGLa com mecanismos que permitissem guardar os dados necessários e relevantes à autenticação dos utilizadores, que poderiam ser os mesmos em ambos os sistemas dependendo apenas da vontade de cada utilizador. Com este tipo de implementação os sistemas apresentariam um maior nível de segurança na eventualidade de algum deles sofrer uma entrada não autorizada.

## **5.4. Melhoramentos e Actualizações**

Após os vários testes realizados, a análise das opiniões dos utilizadores e as sugestões anteriormente destacadas, foi possível constatar que o sistema conceptualizado e desenvolvido apresenta alguns erros e omissões que devem ser resolvidos para melhorar e optimizar o seu funcionamento. Como resultado disto, é apresentada de seguida uma lista com os seguintes melhoramentos e actualizações aconselhadas:

- Introduzir paginação com acesso directo nas listagens mais longas, de forma a proporcionarem um acesso mais simples e rápido;
- Em listagens com registos cronológicos, proporcionar mecanismo de filtragem por informação temporal como data e hora;
- Para evitar determinadas listagens de terem uma dimensão grande, introduzir mecanismos que proporcionem a filtragem por determinada palavra ou regra;
- Simplificar alguns procedimentos de forma a tornar mais fluida as operações funcionais na utilização do sistema;
- Adicionar ou subtrair o número de etapas necessárias de forma a evitar obter-se procedimentos que possam confundir ou induzir o utilizador ao erro;



- Ampliar ou melhorar a visualização dos calendários de agendamento;
- Dilatar a resolução de uma hora para trinta minutos nos calendários para procederem-se ao agendamento de recursos;
- Optimizar os algoritmos utilizados de forma a proporcionar uma aplicação mais célere e eficiente;
- Finalizar o mecanismo multilíngue e proceder à implementação da língua inglesa;
- Corrigir todos os campos de verificação e validação que apresentem anomalias;
- Corrigir, melhorar e enfatizar pormenores do desenho gráfico e dos textos utilizados que proporcionem uma melhor e mais adequada usabilidade da aplicação *Web*;
- Melhorar as ajudas *on-line* e os tópicos de utilização da aplicação *Web*;
- Aumentar a segurança do sistema pela introdução de novos algoritmos de encriptação mais eficientes;
- Proceder à migração e optimização da aplicação *Web* para a versão *ASP* na forma da *Framework 3.5*;
- Solidificar a integração entre sistemas (ver secção anterior);
- Optimizar a utilização de tecnologias que aumentem a compatibilidade com vários *browsers*, inclusive os disponibilizados em dispositivos portáteis como *PDA*, *Smartphones*, etc., cada vez mais utilizados nos dias de hoje;
- Realizar teste mais profundos e com um número maior de recursos e registos para contemplar situações mais próximas da realidade que proporcionem a detecção de anomalias e omissões decorrentes de uma utilização mais exaustiva.



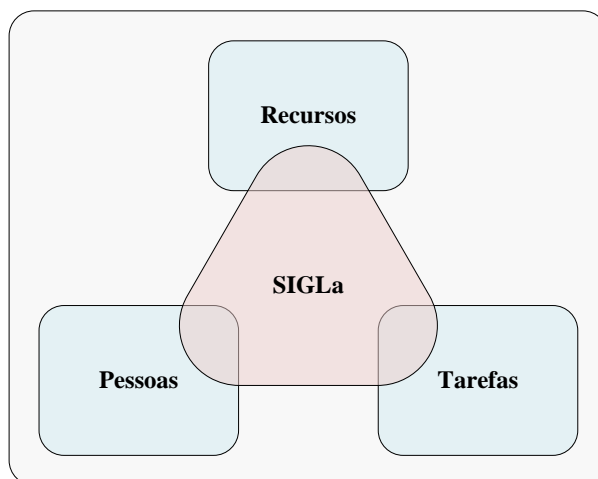
## 6. Considerações Finais

A conceptualização e desenvolvimento de uma plataforma de apoio à gestão de laboratórios têm uma grande dependência nas três seguintes áreas:

- **Recursos** - Os recursos disponíveis num laboratório podem ser do mais simples ao mais sofisticado, havendo uma quase infinidade de recursos entre os seguintes quatro grupos: Espaços; Equipamentos; *Software* e Componentes/Consumíveis. A grande variedade de recursos, mesmo em laboratórios consideravelmente pequenos, requer de qualquer método de gestão (manual, automático, entre outros) uma flexibilidade muitas vezes difícil de conseguir, que poderia conduzir a decisões de compromisso que seria aceitável para determinados recursos mas insuficientes para outros. Por causa dessa flexibilidade necessária, a plataforma de apoio à gestão abdicará de algumas funcionalidades que não sendo necessárias de certeza seriam uma ajuda preciosa;
- **Pessoas** - A forma de interagir das pessoas com o sistema de gestão e com os vários recursos disponíveis demonstrou ser difícil de administrar. Cada pessoa tem um modo diferente de trabalhar e a forma como lidam com a gestão dos recursos levam algumas pessoas a otimizar a utilização destes, enquanto outras poderão até sentirem-se constrangidas em utilizar os recursos. Embora a imposição de um método de gestão seja muitas vezes necessário para educar e organizar os intervenientes, o processo mais aconselhado e que demonstra dar melhores resultados é envolver as pessoas na conceptualização de um sistema, englobando-as na implementação e incentivando-as a utilizar este;
- **Tarefas** - As pessoas utilizam os recursos disponíveis para realizarem as mais variadas tarefas para as quais foram responsabilizadas, como por exemplo: na investigação, no ensino, na formação, etc. Todas estas tarefas, com maior ou menor incidência, utilizam os vários recursos disponíveis, havendo até uma grande maioria de tarefas que partilham os recursos entre si. Contudo, a forma como é utilizado cada um dos recursos na execução de determinada tarefa poderá ser completamente diferente em relação as outras tarefas. Esta variação da aplicação e utilização dos recursos influencia a disponibilização e manutenção, por outras palavras, uma ferramenta auxiliar de gestão deverá ser suficientemente abrangente

ao ponto de moldar-se às necessidades específicas de algumas das tarefas mais comuns.

Perante o exposto acima, o sucesso de um sistema de gestão baseado numa plataforma *Web*, como o SIGLa, passa pela correcta interligação das três áreas anteriormente referidas (ver Figura 6.1).



**Figura 6.1** - Relação entre os vários intervenientes e o SIGLa.

## 6.1. Expansões Futuras

A estrutura do SIGLa foi pensada para ser o mais flexível possível (ver secções 4.2 e 4.3.1), o que possibilita a expansão do sistema com novas funcionalidades. As expansões mais lógicas e imediatas de serem aplicadas sem qualquer alteração da estrutura são as seguintes:

- Acrescentar à estrutura existente um subsistema que permitisse a gestão de documentos, isto é, a inclusão de um subsistema **Gestão Documental**. Este subsistema teria a finalidade de emitir referências para ofícios, actas, etc., permitir a catalogação, o arquivo e a gestão de uma gama variada de documentos (publicações, relatórios, etc.) e materiais didácticos (mapas, cartazes, transparências, fotografias, dicionários, atlas, etc.). Este subsistema deveria poder cruzar informação com outros subsistemas (por ex: o registo de um livro deveria

ser cruzado com o subsistema Gestão Contabilística identificando o centro de custo que financiou a sua aquisição);

- Estender o sistema com um subsistema que permitisse gerir os recursos humanos, portanto, acrescentar um subsistema **Gestão Recursos Humanos**. Com este subsistema poderia ser geridas e coordenadas as tarefas e disponibilidades dos recursos humanos (colaboradores, investigadores, técnicos, etc.), optimizando desta forma a utilização dos recursos e verbas disponíveis num laboratório. Para uma melhor gestão e coordenação destes a correlação com registos de outros subsistemas seria de extrema importância;
- Incluir um subsistema que gerisse as burocracias relacionadas com a contabilidade, isto é, adicionar um subsistema **Gestão Contabilística**. Este subsistema possuiria as funcionalidades necessárias para lidar e gerir requisições, facturas, recibos e todas as operações relacionadas com as transacções de recursos e afins, podendo-se relacionar com os outros subsistemas de forma a associar e correlacionar registos;
- Expandir o sistema com um subsistema que permitisse uma gestão financeira, portanto, acrescentar um subsistema **Gestão Financeira**. Não teria a intenção de gerir as finanças institucionais de uma entidade, mas a gestão financeira operacional dos recursos (salas, equipamentos, *software*, documentação, recursos humanos, etc.) de um laboratório.

Pelo que foi exposto, existe um potencial muito grande de expansão do SIGLa, com uma utilidade prática directa. Mas, a conceptualização ideológica por detrás deste sistema, permite que seja possível considerar outras realidades sem sofrer alterações profundas da estrutura interna. Entre as possíveis realidades seria de considerar:

- Inclusão de mecanismos para a associação de leitores de código de barras, de etiquetas *RFID*, etc., que permitiria uma identificação dos recursos mais rápida e simples de efectuar;
- Possibilidade de receber informação de sistemas de localização no interior dos edifícios e assim actualizar automaticamente a localização dos recursos;
- Acrescentar mecanismos que permitissem a gestão de recursos mobilizáveis como laboratórios móveis, automóveis, etc.;

- Aplicar o SIGLa em outros ambientes para além dos laboratórios académicos, por exemplo, laboratórios nas indústrias transformadoras, nos serviços de saúde, etc.

Com a estrutura flexível e adaptável que o sistema possui, efectuadas as expansões propostas (Gestão Documental, Gestão Recursos Humanos, Gestão Contabilista, Gestão Financeira), o SIGLa proporcionaria uma utilização mais generalista, podendo no limite potenciar-se a ser um *ERP* (*Enterprise resource planning*) dedicado a laboratórios. Eventualmente, se poderia pensar que a utilização de um *ERP* genérico forneceria as mesmas funcionalidades que o SIGLa, pelo que a configuração e adaptação de um *ERP* seria mais que suficiente não se justificando o investimento na expansão do SIGLa. No entanto, o SIGLa foi conceptualizado e desenvolvido com o objectivo de ser aplicado em laboratórios, tornando-o mais adequado e especificado para esta utilização do que qualquer *ERP* genérico, por muito adaptável que este último seja.

## 6.2. Conclusões

Inicialmente proposto como objectivo o desenvolvimento e implementação de uma plataforma para a gestão de um laboratório, rapidamente verificou que a aplicação *Web* sugerida e idealizada não englobava os mecanismos necessários para fornecer uma ajuda na gestão dos vários recursos disponíveis, apenas a abrangência de um sistema poderia contemplar e reunir as condições necessárias para atingir os objectivos.

O sistema implementado, que seria mais tarde designado por Sistema Integrado de Gestão Laboratorial (SIGLa), foi um processo gradual que passou pela análise e estudo das necessidades de gestão dos recursos dos laboratórios, de como os conceitos de gestão e logística poderiam ajudar e influenciar a escolha ou desenvolvimento de uma solução, da realização de uma pesquisa não exaustiva, até ao sistema que foi conceptualizado, desenvolvido, implementado e testado.

Mas a idealização, concepção e desenho do SIGLa permitiu revelar muito mais do que os desafios e as dificuldades da implementação de um sistema destes, permitiu revelar toda a envolvência e inércia que a utilização de um sistema de gestão promove nas pessoas,

quer pela precisão que os meios informáticos impõem evitando “os favores”, como fazem sobressair as limitações humanas, tanto dos responsáveis como dos utilizadores dos recursos. Por muitas as razões que dificultassem a implementação, passados os contratempos iniciais e o período de adaptação à utilização destes mecanismos, as pessoas foram unânimes em confirmar as vantagens da utilização deste tipo de sistema.

Apesar de ainda haver muito a alterar, a adaptar e a melhorar (ver secção 5.4), o SIGLa demonstrou possuir uma estrutura que possibilita a inclusão de novas funcionalidades, de mais subsistemas e a expansão para outros ambientes com realidades diferentes das inicialmente pretendidas. Por tudo isto, potencia-se como uma verdadeira ferramenta auxiliar para a gestão de recursos laboratoriais.





## Bibliografia

1. **Jeffrey L. Whitten, Lonnie D. Bentley, Kevin Dittman.** *Systems Analysis and Design Methods*. New York : McGraw-Hill, 2004.
2. *Managing the Development of Large Software Systems: Concepts and Techniques.* **Royce, Winston W.** Los Angeles : IEEE, 1970. Western Electronic Show and Convention (WesCon).
3. **Hee, Wil van der Aalst Kees van.** *Workflow Management: Models, Methods, and Systems*. Cambridge : The MIT Press, 2004.
4. Laboratory. *Britannica*. [Online] Encyclopædia Britannica. [Citação: 12 de Setembro de 2008.] <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/326771/laboratory>.
5. Understanding ISO/IEC 17025:2005. *Specific Applications of Additions to the Standard*. [Online] America Association for Laboratory Accreditation. [Citação: 12 de Setembro de 2008.] <http://www.a2la.org/faq/printable17025faq.cfm>.
6. *Teaching in laboratories.* **David Boud, Jeffrey Dunn, Elizabeth Hegarty-Hazel.** Number 2, London : Milton Keynes Open University Press, 1988, Vol. Volume 17.
7. Edison Biography. *National Historic Site*. [Online] National Park Service. [Citação: 13 de Setembro de 2008.] <http://www.nps.gov/edis/historyculture/edison-biography.htm>.
8. Erwin Rudolf Josef Alexander Schrödinger. *School of Mathematics and Statistics*. [Online] University of St Andrews. [Citação: 17 de Setembro de 2008.] <http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Schrodinger.html>.
9. Michael Faraday. *Classic Encyclopedia*. [Online] LoveToKnow. [Citação: 20 de Setembro de 2008.] [http://www.1911encyclopedia.org/Michael\\_Faraday](http://www.1911encyclopedia.org/Michael_Faraday).
10. **Drucker, Peter F.** *Management: Task; Responsibilities, Practices*. New Jersey : Transaction Publishers, 2007.
11. **Kashporenko, D.** *Laboratory Operations System*. Washington : Pacific Northwest National Laboratory, 1996.
12. **Voortman, Craig.** *Global Logistics Management: Management*. Lansdowne : Juta and Company Limited, 2004.
13. Supply Chain Management Definitions. *Council of Supply Chain Management Professionals*. [Online] Council of Logistics Management. [Citação: 26 de Setembro de 2008.] <http://gerencia.blogia.com/temas/-2-logistica.php>.

14. **José Carvalho, Fausto Faustino, Ricardo Félix.** *Comercio electrónico: Logística*. Lisboa : Sociedade Portuguesa de Inovação, 2000.
15. **Donald J. Bowersox, David J. Closs, Omar Keith Helferich.** *Logistical Management: A Systems Integration of Physical Distribution, Manufacturing Support, and Materials Procurement*. New York : Collier Macmillan, 1986.
16. **Claude Gelès, Gilles Lindecker, Mel Month, Christian Roche.** *Managing Science: Management for R&D Laboratories*. Berlin : Wiley, 1999.
17. **Shirley Diane Gregor, Dennis N. Hart.** *Information Systems Foundations: Theory, Representation and Reality*. Canberra : ANU E Press, 2006.
18. **Varajão, João Eduardo.** *Função de Sistemas de Informação: Contributos para a melhoria do sucesso da adopção de tecnologias de informação e desenvolvimento de sistemas de informação nas organizações*. Braga : Universidade do Minho, 2002. Tese de Doutoramento.
19. **Amaral, Luis Alfredo.** *PRAXIS: Um Referencial para o Planeamento de Sistemas de Informação*. Braga : Universidade do Minho, 1994. Tese de Doutoramento.
20. *O papel da qualidade da informação nos sistemas de informação.* **João Oliveira, Luís Amaral.** Lisboa : Universidade Católica Portuguesa, 1999. Conferência Especializada em Sistemas e Tecnologias de Informação Lisboa - Sistemas e Tecnologias de Informação: Desafios para o Século XXI.
21. **Christine Paszko, Elizabeth Turner, Mary D. Hinton.** *Laboratory Information Management Systems*. New York : CRC Press, 2002.
22. **Watson, Andrew.** *Visual Modelling: past, present and future*. Massachusetts : Object Management Group, 2008.
23. **Siegel, Jon.** *Introduction to OMG's Unified Modeling Language*. Massachusetts : Object Management Group, 2007.
24. **Brian Francis, Alex Fedorov, Richard Harrison, Dave Sussman, Rob Smith, Shawn Murphy, Alex Homer.** *Professional Active Server Pages*. Birmingham : Wrox Press, 1998.
25. ASP vs. PHP. *Article City*. [Online] Icthus.Net. [Citação: 16 de Outubro de 2008.] [http://www.articlecity.com/articles/web\\_design\\_and\\_development/article\\_706.shtml](http://www.articlecity.com/articles/web_design_and_development/article_706.shtml).

- 
26. DBMS Comparisons: MySQL 5.0 vs. Microsoft SQL Server 2005. *Tometa Software*. [Online] MetaXpert Company. [Citação: 18 de Outubro de 2008.] <http://www.tometasoftware.com/MySQL-5-vs-Microsoft-SQL-Server-2005.asp>.
27. *From Web Sites to Web Applications: New Issues for Conceptual Modeling*. **Luciano Baresi, Franca Garzotto, Paolo Paolini**. Utah : Springer-Verlag, 2000. ER 2000 Workshops on Conceptual Modeling Approaches for E-Business and The World Wide Web and Conceptual Modeling. Vol. Volume 1921.
28. *Web Site Analysis: Structure and Evolution*. **Filippo Ricca, Paolo Tonella**. Los Alamitos : IEEE Computer Society, 2000. 16th IEEE International Conference on Software Maintenance.
29. **Patrick J. Lynch, Sarah Horton**. *Web Style Guide: Basic Design Principles for Creating Web Sites*. New Haven : Yale University Press, 2002.
30. **Leila Johannesen, Joe Sacco, Tim Hogan, Marc Boegner**. Integrating usability and accessibility. *Human Ability and Accessibility Center*. [Online] IBM. [Citação: 7 de Outubro de 2008.] <http://www-03.ibm.com/able/news/integration.html>.
31. **Ratner, Julie**. *Human Factors and Web Development*. New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates, 2003.
32. **Martyn A. Ould, Charles Unwin**. *Testing in Software Development*. Cambridge : Cambridge University Press, 1986.
33. **Prümper, Jochen**. *Software-Evaluation based upon ISO 9241 Part 10*. Data Train. Berlin : Springer-Verlag, 2000.



## Marcas Comerciais

Os produtos e designações referidas nesta dissertação que se encontram protegidas pelos direitos de autor e não podem ser utilizadas sem o prévio licenciamento das empresas proprietárias são apresentados na lista seguinte:

- Apache é uma marca registada da The Apache Software Foundation
- Apple, QuickTime, Safari são marcas comerciais ou marcas registadas da Apple, Inc.
- AVG Anti-Virus é uma marca comercial da AVG Technologies, Inc.
- Endpoint Protection, AntiVirus Corporate Edition, Norton Antivirus, Norton Internet Security são marcas comerciais ou marcas registadas da Symantec Corporation.
- Google, Google Chrome são marcas comerciais ou marcas registadas da Google, Inc.
- Linux é uma marca registada da Linux Online, Inc.
- McAfee, McAfee Total Protection são marcas comerciais ou marcas registadas da McAfee, Inc.
- Microsoft, Microsoft Office, Internet Explorer, SQL, Internet Information Service, Microsoft Exchange, Windows, Visual Studio são marcas comerciais ou marcas registadas da Microsoft Corporation.
- Mozilla, Mozilla Firefox são marcas comerciais ou marcas registadas da Mozilla Foundation.
- MySQL, Solaris, OpenOffice são marcas comerciais ou marcas registadas da Sun Microsystems, Inc.
- Nero é uma marca registada da Nero, Inc.
- Opera é uma marca registada da Opera Software, ASA.
- Oracle Database é uma marca comercial da Oracle Corporation.
- PHP é uma marca registada da The PHP Group
- RealPlayer é uma marca comercial da RealNetworks, Inc.
- Roxio Creator é uma marca comercial da Sonic Solutions.
- Winrar é uma marca comercial da Alexander Roshal
- Winzip é uma marca registada da WinZip International, LLC
- ZoneAlert é uma marca comercial da Check Point Software Technologies, Ltd.



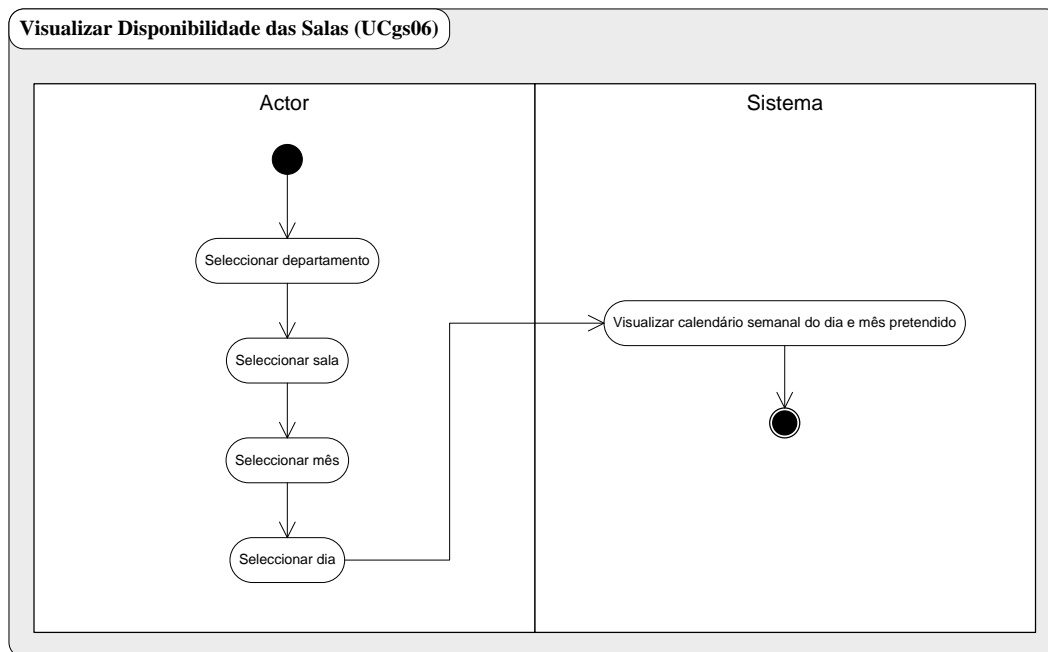
## Anexos

### A.1. Descrição Textual e Diagramas de Actividade

De seguida apresenta-se a descrição textual e o diagrama de actividade referente ao caso de utilização Visualizar Disponibilidade das Salas (UCgs06), cuja página *Web* resultante é ilustrada na Figura 4.13 da página 98.

<b>Nome:</b>	<b>Visualizar Disponibilidade das Salas (UCgs06)</b>
<b>Descrição:</b>	Visualizar a disponibilidade de cada sala através da visualização da calendarização efectuada na semana referente ao dia e mês seleccionado.
<b>Actores:</b>	Administrador, Supervisor, Colaborador, Utilizador, Participador.
<b>Pré-Condição:</b>	Estar autenticado no sistema.
<b>Sequência Típica:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar o departamento onde a sala esta incluída;</li> <li>2. Seleccionar o número da sala pretendida;</li> <li>3. Seleccionar o mês em que pretende-se visualizar a disponibilidade;</li> <li>4. Seleccionar o dia pretendido para visualizar a disponibilização da sala previamente escolhida;</li> <li>5. Visualizar calendário com a semana que contem o dia e o mês anteriormente seleccionado.</li> </ol>
<b>Sequência Alternativa:</b>	
<b>Extensões:</b>	
<b>Requisitos Especiais:</b>	Acesso efectuado através de um <i>browser</i> compatível.

**Tabela A.1** - Descrição Textual do caso de utilização da disponibilidade de salas.



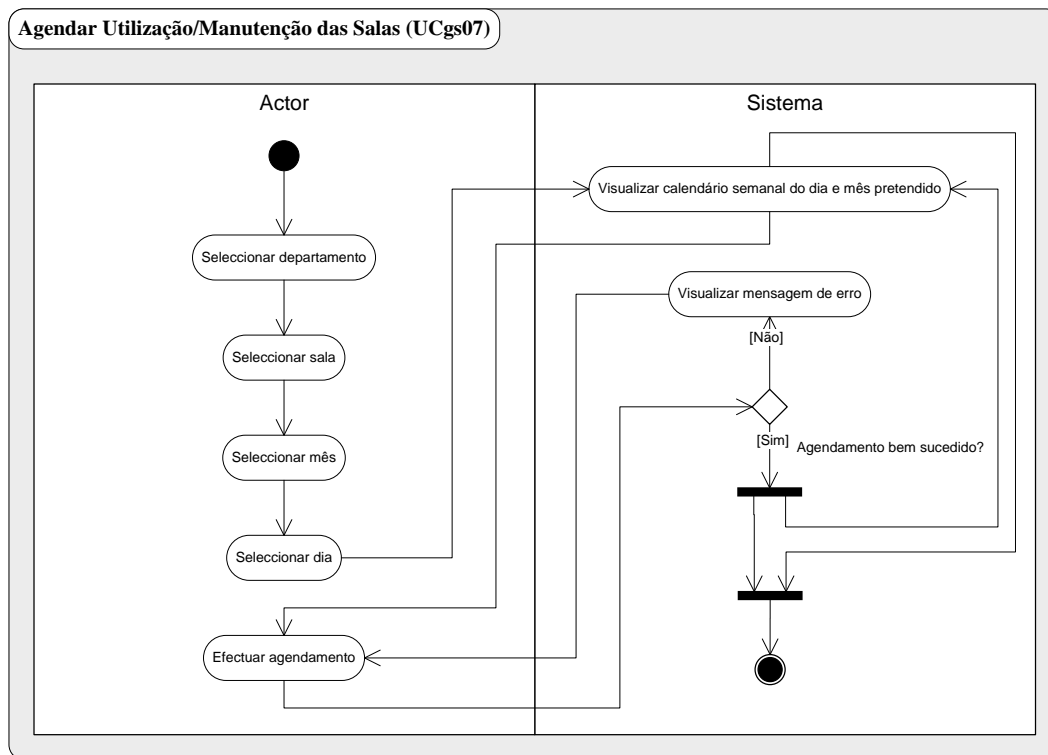
**Figura A.1** - Diagrama de Actividade do caso de utilização da disponibilidade de salas.



A seguir denota-se a descrição textual e o diagrama de actividade referente ao caso de utilização Agendar Utilização/Manutenção das Salas (UCgs07), cuja página *Web* resultante é ilustrada na Figura 4.14 da página 99.

<b>Nome:</b>	<b>Agendar Utilização/Manutenção das Salas (UCgs07)</b>
<b>Descrição:</b>	Agendar por um período específico de tempo uma sala para utilização ou manutenção de acordo com a disponibilidade visualizada.
<b>Actores:</b>	Administrador, Supervisor, Colaborador, Utilizador.
<b>Pré-Condição:</b>	Estar autenticado no sistema.
<b>Sequência Típica:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar o departamento onde a sala esta incluída;</li> <li>2. Seleccionar o número da sala pretendida;</li> <li>3. Seleccionar o mês em que pretende-se visualizar a disponibilidade;</li> <li>4. Seleccionar o dia pretendido para visualizar a disponibilização da sala previamente escolhida;</li> <li>5. Visualizar calendário com a semana que contem o dia e o mês anteriormente seleccionado;</li> <li>6. Seleccionar motivo;</li> <li>7. Efectuar agendamento: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Introduzir data e hora inicial;</li> <li>b. Introduzir data e hora final;</li> <li>c. Validar escolha.</li> </ol> </li> </ol>
<b>Sequência Alternativa:</b>	<p>A7. Falha agendamento efectuado:</p> <p>A7.1. É visualizada uma mensagem de erro;</p> <p>A7.2. É possibilitada nova oportunidade de efectuar agendamento.</p>
<b>Extensões:</b>	1. até 5. - Visualizar Disponibilidade das Salas (UCgs06).
<b>Requisitos Especiais:</b>	Acesso efectuado através de um browser compatível.

**Tabela A.2** - Descrição Textual do caso de utilização para agendar salas.

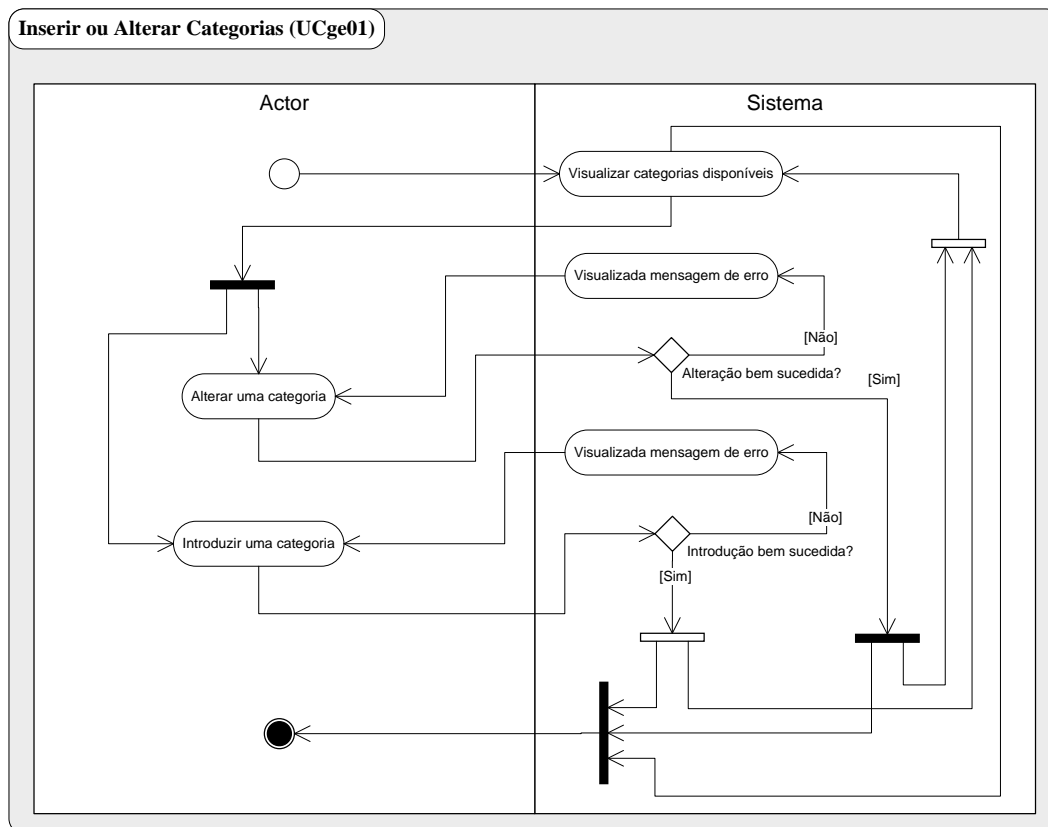


**Figura A.2** - Diagrama de Actividade do caso de utilização agendar salas.

A descrição textual e o diagrama de actividade referente ao caso de utilização Inserir ou Alterar Categorias (UCge01), cuja página *Web* resultante é ilustrada na Figura 4.15 da página 101, são apresentados de seguida.

<b>Nome:</b>	<b>Inserir ou Alterar Categorias (UCge01)</b>
<b>Descrição:</b>	Inserir ou alterar as categorias visualizadas para catalogação dos equipamentos disponíveis.
<b>Actores:</b>	Administrador.
<b>Pré-Condição:</b>	Estar autenticado no sistema.
<b>Sequência Típica:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Visualizar as categorias disponíveis dos equipamentos;</li> <li>2. Alterar designação de uma categoria (opcional): <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Seleccionar a categoria que pretende-se alterar a designação;</li> <li>b. Inserir a nova designação;</li> <li>c. Pressionar o botão Alterar.</li> </ol> </li> <li>3. Introduzir uma nova categoria (opcional): <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Inserir a designação da nova categoria;</li> <li>b. Pressionar o botão Introduzir.</li> </ol> </li> </ol>
<b>Sequência Alternativa:</b>	<p>A2. Falha alteração da designação da categoria:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>A3.1. É visualizada uma mensagem de erro;</li> <li>A3.2. É possibilitada nova oportunidade.</li> </ol> <p>A3. Falha Introdução da nova categoria:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>A4.1. É visualizada uma mensagem de erro;</li> <li>A4.2. É possibilitada nova oportunidade.</li> </ol>
<b>Extensões:</b>	1. - Visualizar Categorias (UCge02).
<b>Requisitos Especiais:</b>	Acesso efectuado através de um browser compatível.

**Tabela A.3** - Descrição Textual do caso de utilização das categorias.

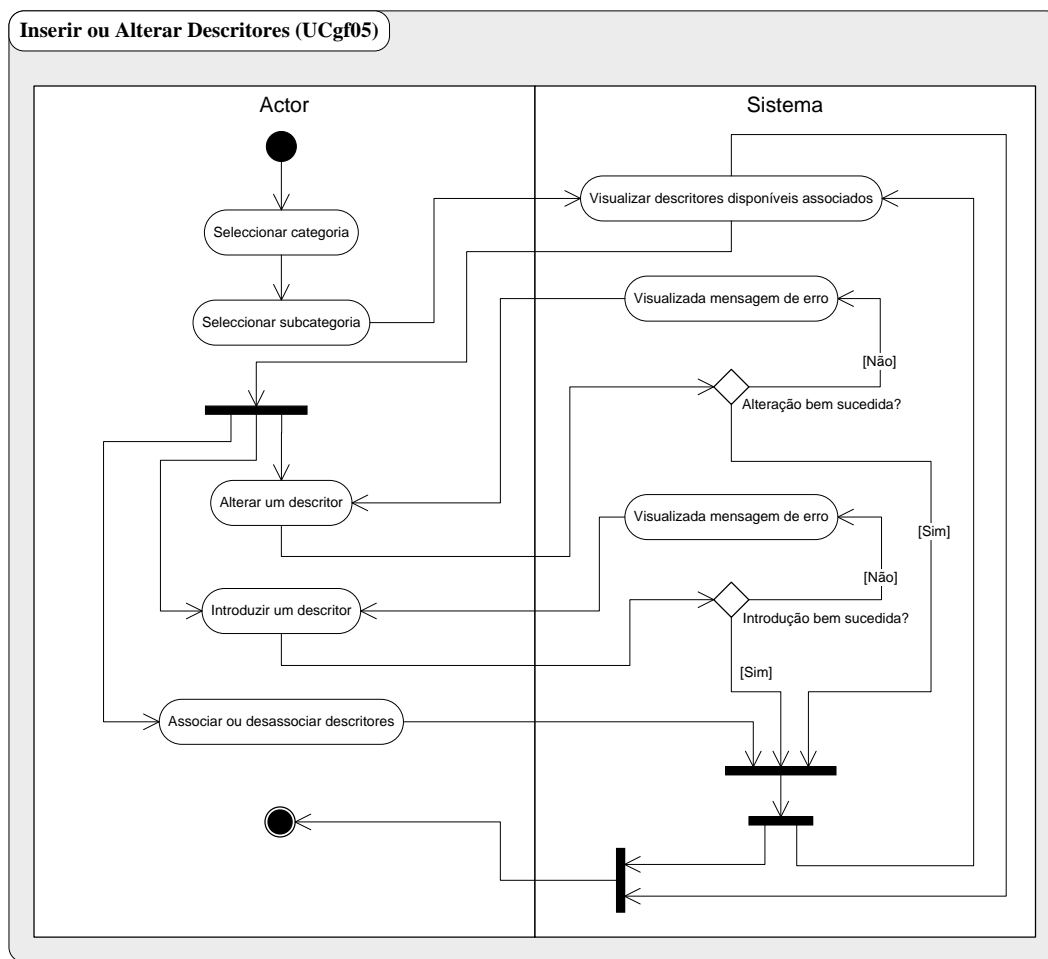


**Figura A.3** - Diagrama de Actividade do caso de utilização das categorias.

A descrição textual e o diagrama de actividade referente ao caso de utilização Inserir ou Alterar Descritores (UCgf05), cuja página *Web* resultante é ilustrada na Figura 4.12 da página 98, são mostrados na tabela e na figura seguinte.

<b>Nome:</b>	<b>Inserir ou Alterar Descritores (UCgf05)</b>
<b>Descrição:</b>	Inserir, alterar, associar ou alterar associação de descritores por subcategoria, destinados a descrever as características do software catalogado ou a catalogar.
<b>Actores:</b>	Administrador.
<b>Pré-Condição:</b>	Estar autenticado no sistema.
<b>Sequência Típica:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar a categoria da qual se quer seleccionar a subcategoria;</li> <li>2. Seleccionar a subcategoria da qual se quer associar ou alterar associação de descritores;</li> <li>3. Visualizar lista de descritores disponíveis, com a indicação dos que estão associados à subcategoria seleccionada;</li> <li>4. Associar ou alterar associação de descritores: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Seleccionar ou desseleccionar os descritores pretendidos da lista dos descritores disponíveis para associar ou desassociar da subcategoria;</li> <li>b. Pressionar o botão Associar Descritores.</li> </ol> </li> <li>5. Alterar designação de um descritor (opcional): <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Seleccionar o descritor que pretende-se alterar a designação;</li> <li>b. Inserir a nova designação;</li> <li>c. Pressionar o botão Alterar.</li> </ol> </li> <li>6. Introduzir um novo descritor (opcional): <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Inserir a designação do novo descritor;</li> <li>b. Pressionar o botão Introduzir.</li> </ol> </li> </ol>
<b>Sequência Alternativa:</b>	<p>A4. Falha alteração da designação do descritor:</p> <p style="padding-left: 20px;">A3.3. É visualizada uma mensagem de erro;</p> <p style="padding-left: 20px;">A3.4. É possibilitada nova oportunidade.</p> <p>A5. Falha Introdução do novo descritor:</p> <p style="padding-left: 20px;">A4.3. É visualizada uma mensagem de erro;</p> <p style="padding-left: 20px;">A4.4. É possibilitada nova oportunidade.</p>
<b>Extensões:</b>	1. até 3. - Visualizar Descritores (UCgf06).
<b>Requisitos Especiais:</b>	Acesso efectuado através de um browser compatível.

**Tabela A.4** - Descrição Textual do caso de utilização dos descritores.

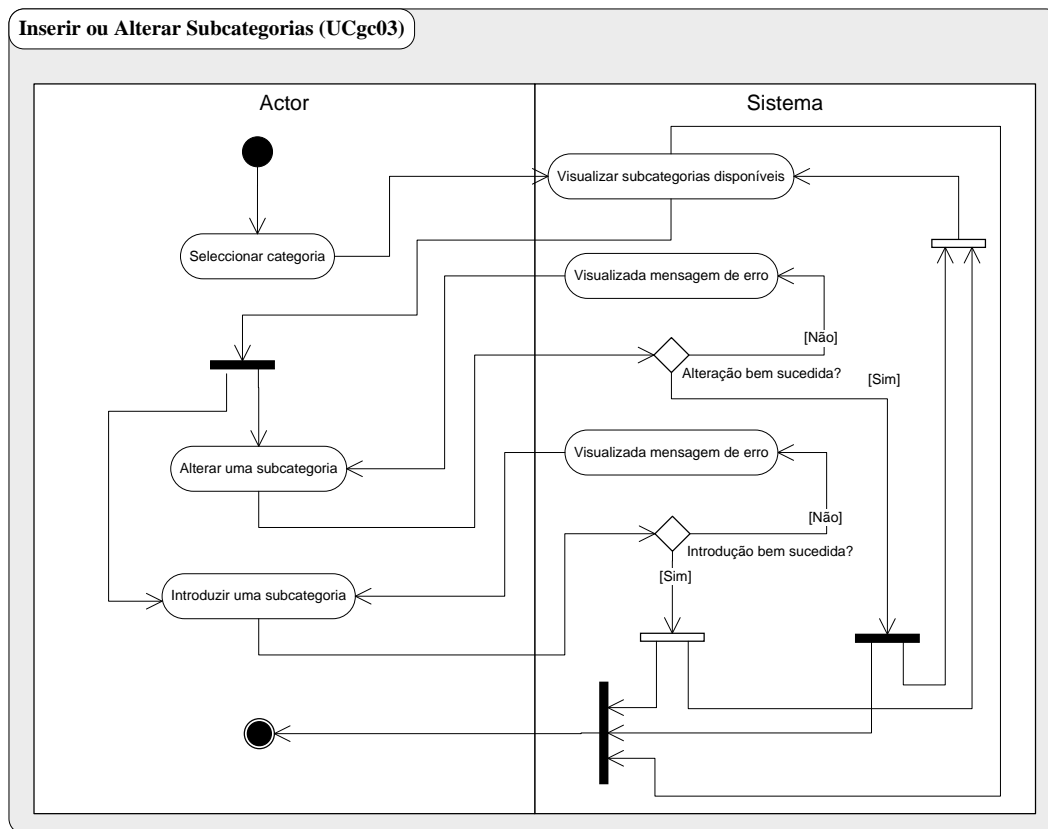


**Figura A.4** - Diagrama de Actividade do caso de utilização dos descritores.

A seguinte descrição textual e o diagrama de actividade referem-se ao caso de utilização Inserir ou Alterar Subcategorias (UCgc03), cuja página *Web* resultante é ilustrada na Figura 4.10 da página 94.

<b>Nome:</b>	<b>Inserir ou Alterar Subcategorias (UCgc03)</b>
<b>Descrição:</b>	Inserir ou alterar as subcategorias visualizadas para catalogação dos componentes/consumíveis disponíveis.
<b>Actores:</b>	Administrador.
<b>Pré-Condição:</b>	Estar autenticado no sistema.
<b>Sequência Típica:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar categoria das subcategorias a visualizar;</li> <li>2. Visualizar as subcategorias disponíveis dos componentes/consumíveis;</li> <li>3. Alterar designação de uma subcategoria (opcional): <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Seleccionar a subcategoria que pretende-se alterar a designação;</li> <li>b. Inserir a nova designação;</li> <li>c. Pressionar o botão Alterar.</li> </ol> </li> <li>4. Introduzir uma nova subcategoria (opcional): <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Inserir a designação da nova subcategoria;</li> <li>b. Pressionar o botão Introduzir.</li> </ol> </li> </ol>
<b>Sequência Alternativa:</b>	<p>A3. Falha alteração da designação da subcategoria:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>A3.1. É visualizada uma mensagem de erro;</li> <li>A3.2. É possibilitada nova oportunidade.</li> </ol> <p>A4. Falha Introdução da nova subcategoria:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>A4.1. É visualizada uma mensagem de erro;</li> <li>A4.2. É possibilitada nova oportunidade.</li> </ol>
<b>Extensões:</b>	1. e 2. - Visualizar Subcategorias (UCgc04).
<b>Requisitos Especiais:</b>	Acesso efectuado através de um browser compatível.

**Tabela A.5** - Descrição Textual do caso de utilização das subcategorias.



**Figura A.5** - Diagrama de Actividade do caso de utilização das subcategorias.



## A.2. Diagrama de Relações da Base de Dados

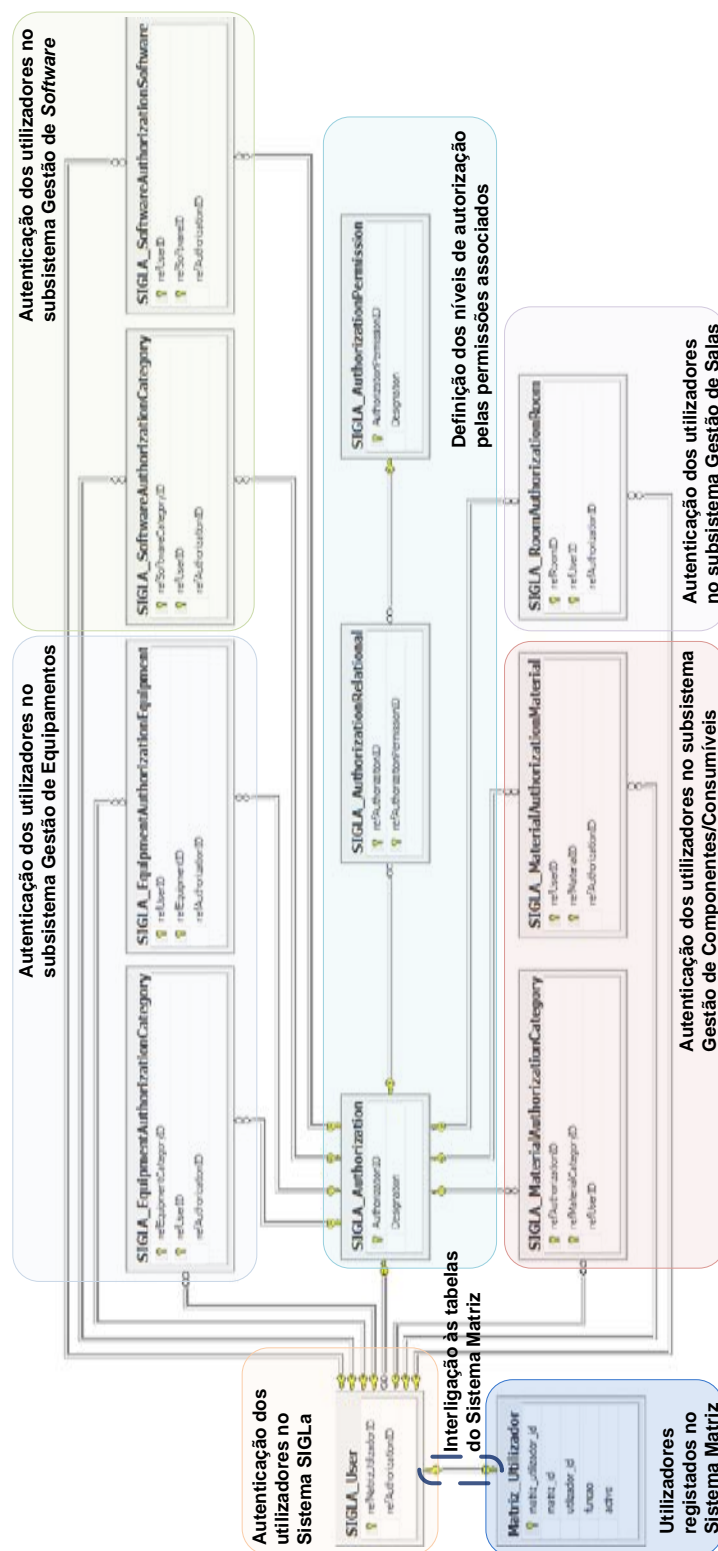


Figura A.6 - Estrutura detalhada da Autenticação.

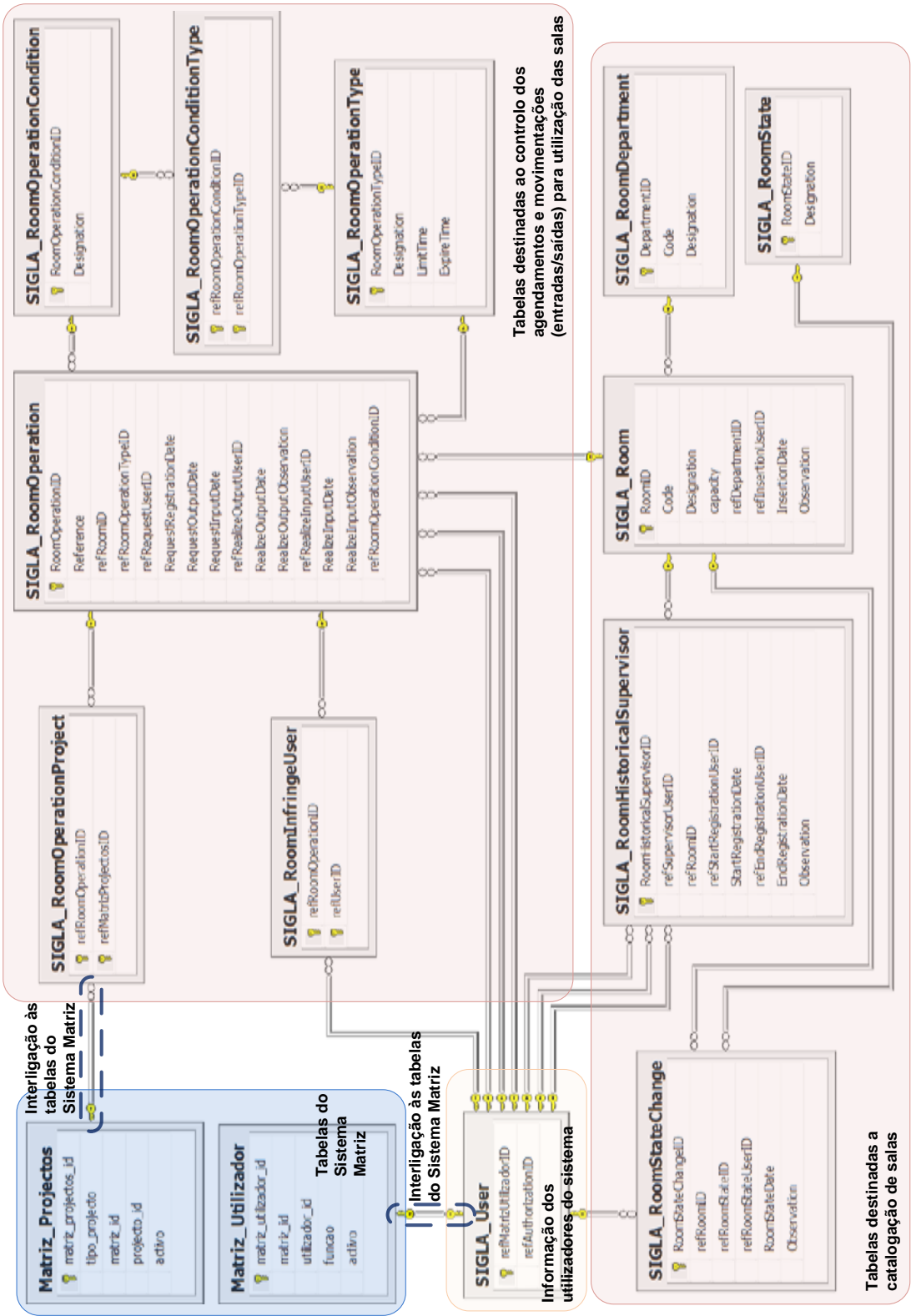


Figura A.7 - Estrutura detalhada do subsistema Gestão de Salas.



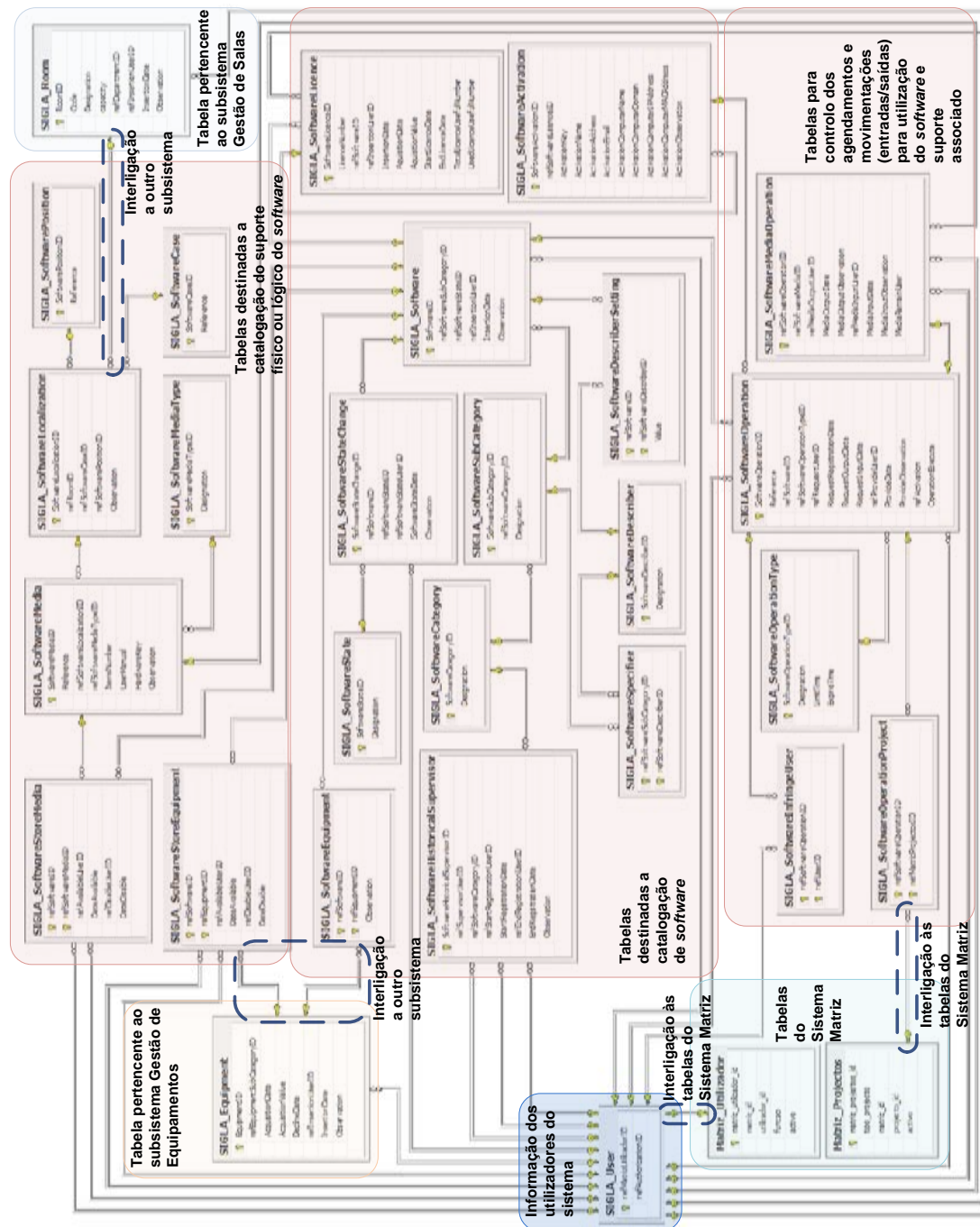
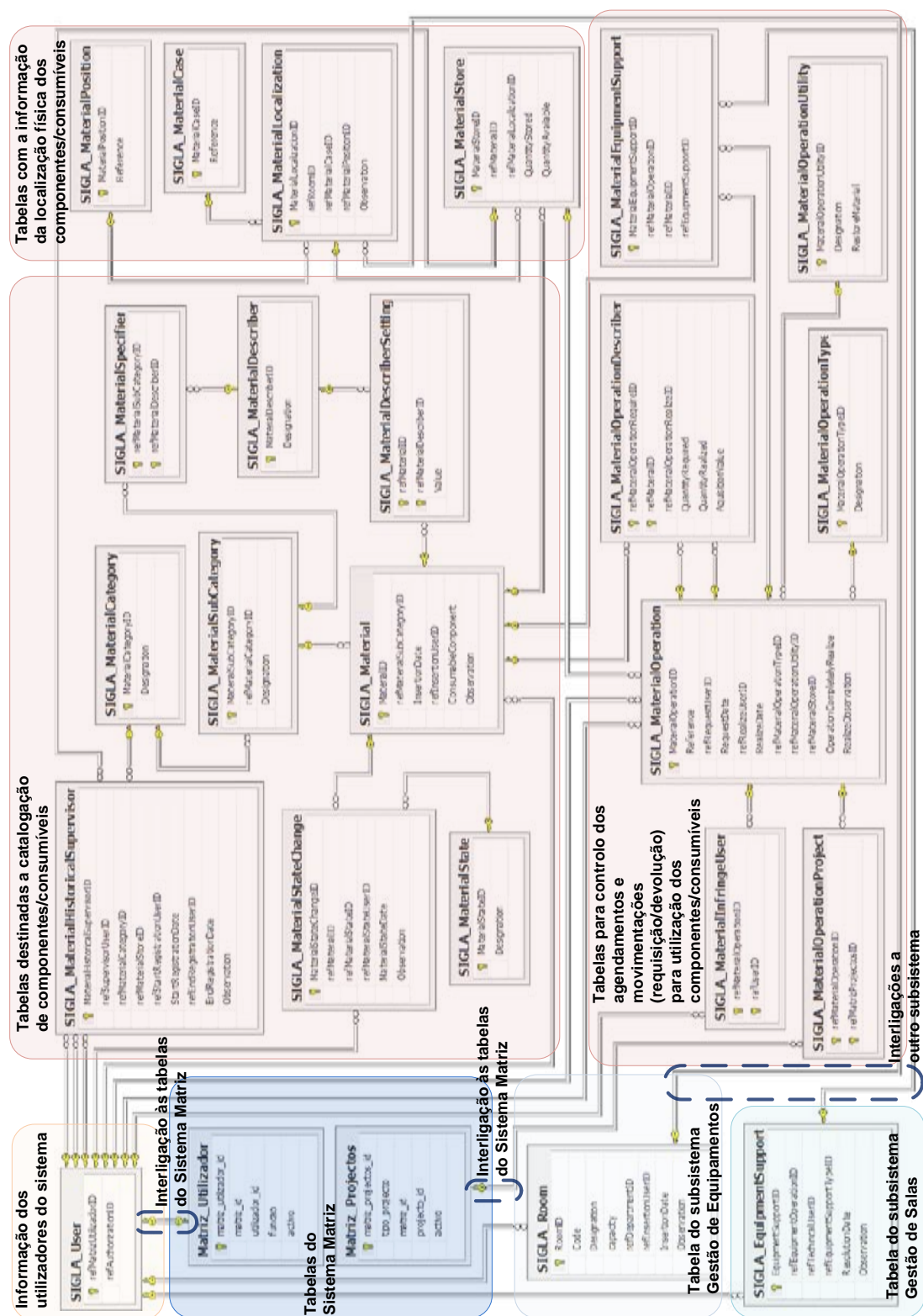


Figura A.9 - Estrutura detalhada do subsistema Gestão de Software.





**Figura A.10** - Estrutura detalhada do subsistema Gestão de Componentes.

### A.3. Diagrama de Relações entre as Páginas da Aplicação Web

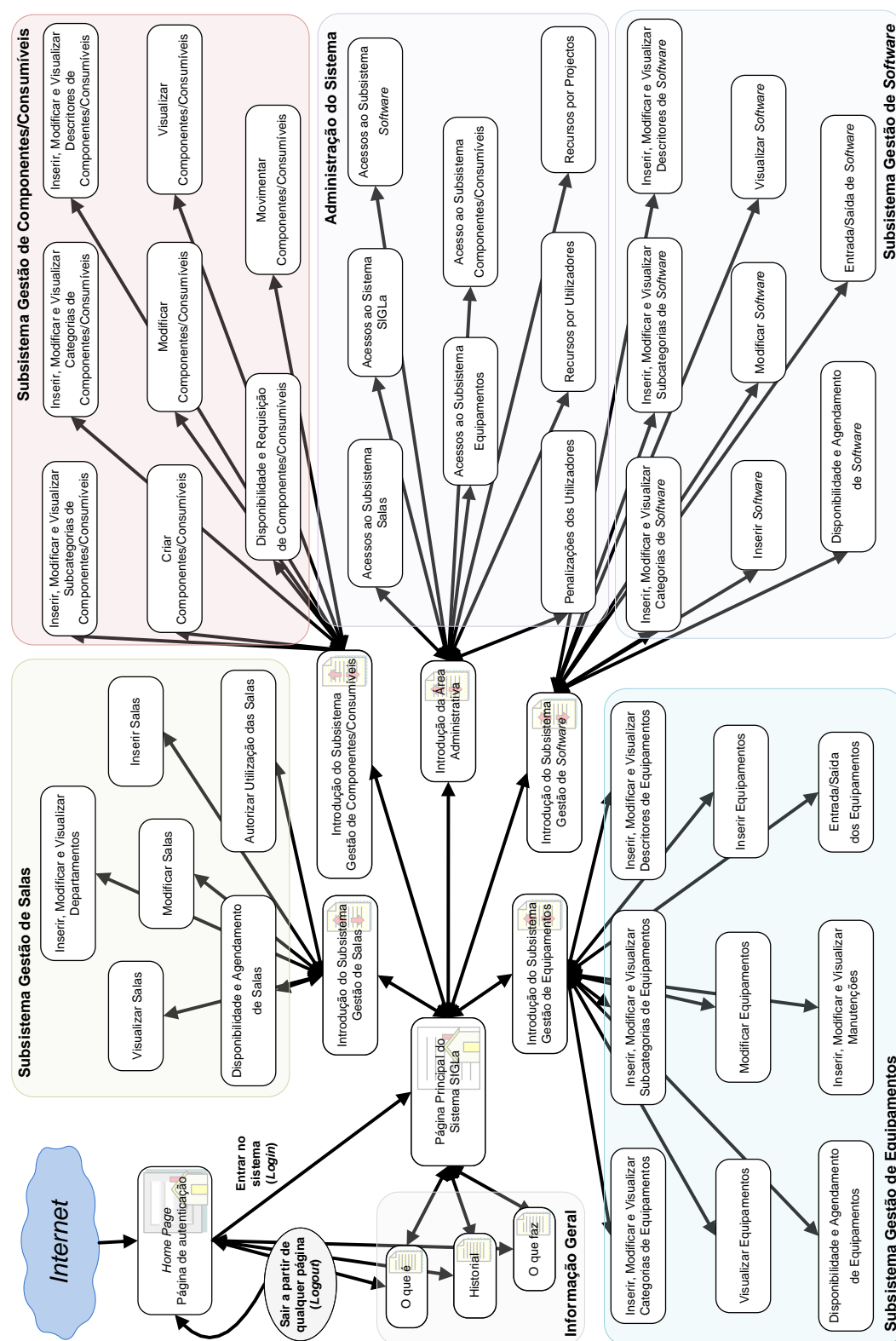


Figura A.11 - Estrutura detalhada das relações entre as páginas Web da aplicação.

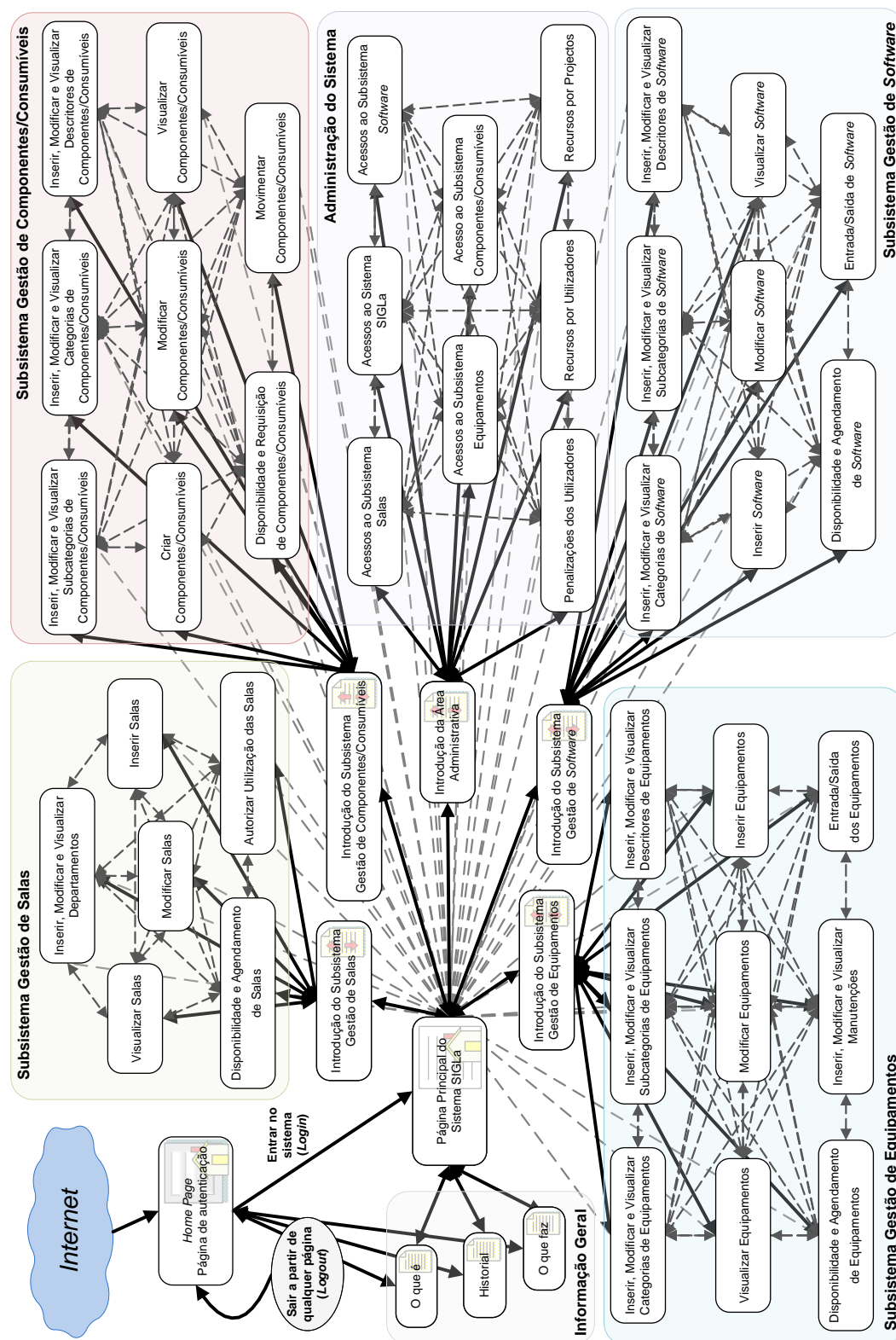


Figura A.12 - Estrutura mais detalhada das relações entre as páginas Web da aplicação.